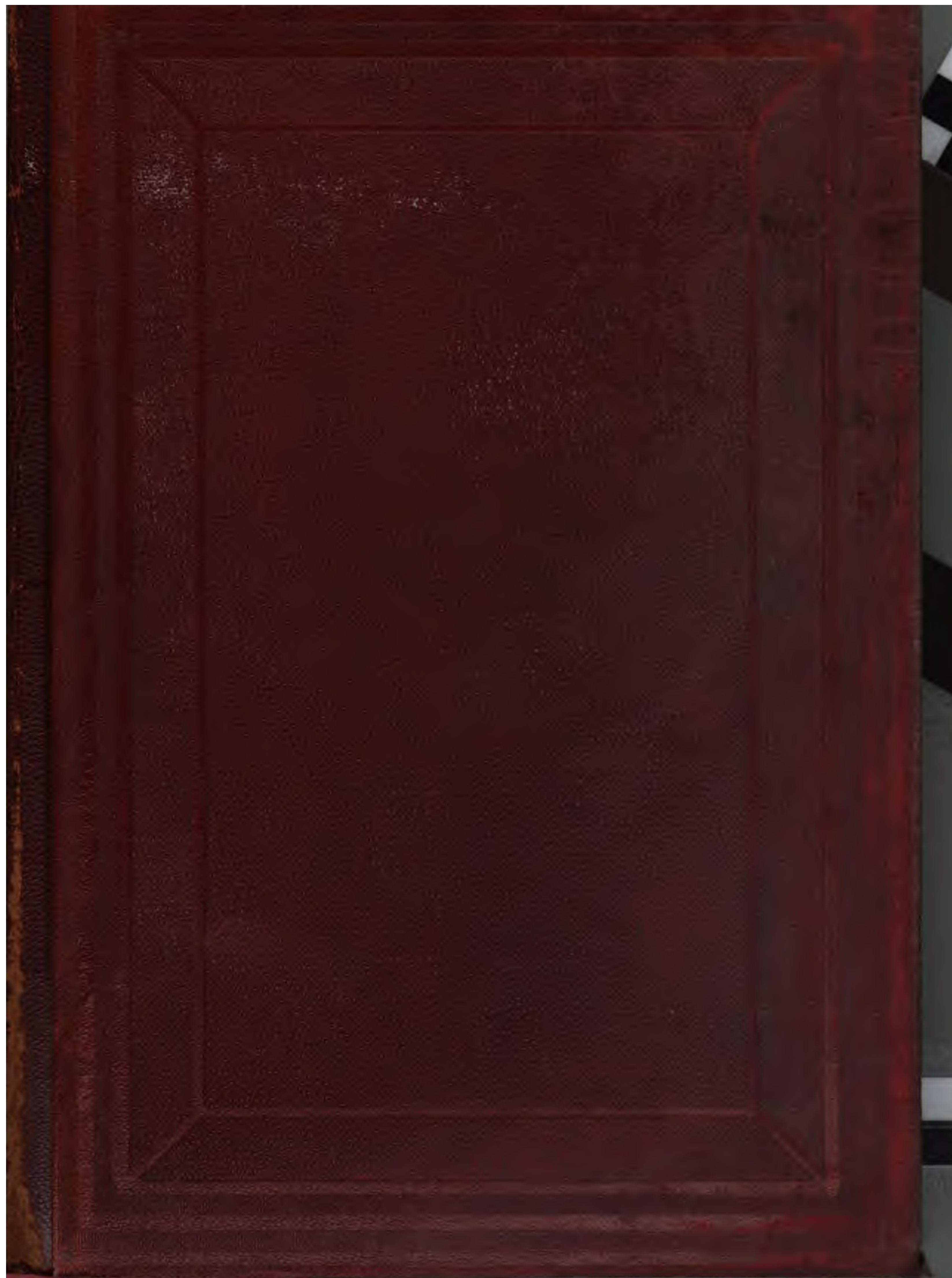


ÉCOLE COMMUNALE

[illegible]

DISTRIBUTION DES PRIX

1 Classe 1e Division

PRIX

d'honneur, de Géométrie, de [illegible] supériorité

DÉCERNÉ A L'ÉLÈVE

[illegible]

le 30 juillet 1895

Ch. Jeanne



LES

GRANDES ENTREPRISES

MODERNES

1re SÉRIE IN-4°

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

Les Artères du globe
Les Premières Conquêtes de l'homme
Le Roi des métaux
Le Pain de l'industrie
Les Pays nouveaux
Nos Aliments
Les Explorateurs de l'Afrique
Mémoires d'un Romain



Traversée du Saint-Gothard. — Pont sur la Reuss, près d'Amstag.

PAUL BORY

LES GRANDES ENTREPRISES MODERNES

ILLUSTRÉ DE NOMBREUSES GRAVURES
ET DE CARTES

DEUXIÈME ÉDITION



TOURS
ALFRED MAME ET FILS, ÉDITEURS

M DCCC XC

AVANT-PROPOS

En essayant de décrire ici quelques-unes des merveilles dues au génie contemporain, nous n'entendons nullement être pour cela un contempteur du passé.

Si nous devons admirer sans réserve les entreprises gigantesques actuelles, proportionnées aux besoins de notre époque, en rapport avec notre degré de civilisation, rendues désormais presque faciles grâce au puissant concours des forces mécaniques dont nous disposons, il ne s'ensuit pas que nous devions obéir à la tendance trop générale de n'avoir pour le passé que peu d'estime et de descendre parfois jusqu'au dédain.

Les esprits superficiels se laissent volontiers séduire par cette glorification des temps actuels au détriment des temps anciens.

Les œuvres de nos pères n'étaient pourtant point tant à dédaigner. Si l'on veut tenir compte de la différence inévitable entre leur outillage industriel et le nôtre, on sera amené à reconnaître que nos grands travaux d'utilité publique, en se multipliant plus aisément, n'impliquent assurément pas chez leurs auteurs un mérite supérieur à celui de nos ancêtres.

Le canal de Suez, une des plus colossales entreprises modernes, la plus féconde peut-être en résultats économiques, n'est-il pas une résurrection de Nécos? Il a fonctionné pendant de longs siècles

et répondait suffisamment aux besoins du temps. On peut même croire qu'il était, toutes proportions gardées, d'une conception plus hardie encore que l'entreprise moderne.

Si audacieux que nous semblent les Américains jetant une voie de fer de l'Atlantiqne au Pacifique, le sont-ils beaucoup plus que les conquérants romains sillonnant d'admirables et indestructibles voies de communication, jusqu'au centre du Sah'ra où nous les retrouvons, les contrées barbares au cœur desquelles ils pénétraient?

La muraille d'Adrien, élevée pour se garantir de l'invasion des Scots, les fossés dits de Trajan, immense tranchée qui sillonne toute la basse région danubienne, n'avaient pas moins de grandeur que nos gigantesques camps retranchés et nos forteresses blindées.

En dehors des proportions et des moyens, nous n'avons rien inventé dans nos puissants navires cuirassés.

L'idée, mal accueillie, de cet ingénieur américain proposant de faire franchir l'isthme de Tehuantepec aux plus gros navires, en les halant sur une voie ferrée, avait pourtant été mise en pratique à plusieurs reprises dans l'antiquité. Cléopâtre, empêchée par l'ensablement du canal de Ptolémée, voulait transporter ses navires du Nil à la mer Rouge au moyen de rouleaux.

Les digues de Hollande, construites et entretenues depuis des siècles, ne disent-elles rien en faveur des vieux Bataves?

L'immense et merveilleux barrage de la Gileppe est-il inférieur, comme importance et comme utilité, à ces grands barrages des Indes assez considérables pour servir d'assises à des villes entières, assez résistants pour faire toujours l'admiration des voyageurs actuels?

Les pyramides de Chéops, le Colisée, les *mounds* dus aux anciennes races de l'Amérique du Nord, les *huaccas* des vieux Incas trouveraient difficilement des œuvres modernes dignes de leur être comparées pour leurs colossales proportions.

Nos desséchements modernes, gloire de nos hydrauliciens, ont leurs équivalents dans les splendides travaux d'endiguement du Pô, continués depuis tant de siècles. Nos grands canaux ont leur origine dans les admirables réseaux d'irrigation auxquels l'Égypte et l'Inde ont dû et doivent encore leur fertilité légendaire. A l'heure

présente, la civilisation renaissante au centre de l'Asie conquise par les Russes dépend pour une grande part de l'emploi plus ou moins généralisé des travaux de canalisation subsistant encore le long de l'Oxus et de l'Amou-Daria.

Au moyen d'engins admirablement perfectionnés, nous avons pu pénétrer au sein des montagnes les plus profondes; mais Annibal a-t-il entrepris une opération si simple en se traçant un chemin à travers les rochers des Alpes, n'ayant pour tout agent d'énergie que des coins de bois forcés dans la pierre et puis mouillés?

En mettant de côté les matériaux métalliques qui permettent à nos ingénieurs des conceptions impossibles à leurs devanciers, on ne saurait citer des ouvrages d'art en pierre qui soient supérieurs au pont du Gard, aux aqueducs de Titus, aux cirques nombreux des Romains, aux ponts si résistants qu'ils nous ont laissés.

Nous devons conclure de toutes ces comparaisons que le génie humain n'a ni haussé ni baissé. A tout âge, il a eu ses manifestations éclatantes; à chaque époque, il s'est trouvé des esprits avisés pour répondre aux besoins de leur temps.

Ne méprisons donc point ce qui nous est antérieur.

Les ouvriers de ces travaux antiques n'avaient pour agents mécaniques que le rouleau, le levier, le plan incliné. Avec ces moyens restreints ils ont cependant édifié des monuments qui durent encore, forcent souvent notre étonnement et s'imposent à notre admiration.

Nous, modernes, nous possédons la vapeur et sa puissance illimitée; l'électricité, dont nul ne peut mesurer l'avenir; des substances explosives qui détruisent en un clin d'œil les obstacles les plus résistants : nous sommes donc mieux armés pour vaincre la nature et accomplir des merveilles. Bénéficiant de l'expérience de nos devanciers, nous devons logiquement les surpasser dans nos entreprises.

Notre gloire, d'ailleurs, ne se trouvera nullement diminuée parce que nos arrière-neveux progresseront fatalement davantage et nous supplanteront dans l'admiration de leurs contemporains.

Mais, quel que soit notre mérite, à nous leurs ancêtres, nous ne devons pas marchander l'éloge à ceux qui nous fournissent un outillage de progrès et de civilisation en rapport avec nos aspirations et nos beoins.

C'est cet hommage mérité, c'est l'accomplissement de ce devoir de reconnaissance que nous tentons dans le présent livre.

LES

GRANDES ENTREPRISES

MODERNES

LE CANAL MARITIME DE SUEZ

I

LES COMMENCEMENTS DU CANAL

Le 25 avril 1859, le lundi de Pâques, une dizaine d'Européens étaient assemblés sur une étroite bande de sable située au débouché de l'ancienne branche Pélusiaque, par laquelle une partie des eaux du Nil se jetait jadis dans la Méditerranée.

Autour de ces Européens, une centaine d'indigènes.

Tous, Européens et indigènes, tenaient à la main une pioche. Au-dessus de leurs têtes flottait un immense étendard qu'à ses couleurs on reconnaissait pour le drapeau égyptien.

Quand tous furent réunis, l'un des Européens se détacha du groupe, et, s'adressant à ses compagnons, il leur dit solennellement, d'une voix où perçait l'émotion :

« Au nom de la Compagnie universelle du canal maritime de Suez, et en vertu des décisions de son conseil d'administration, nous allons donner le premier coup de pioche sur le terrain qui ouvrira l'accès de l'Orient au commerce et à la civilisation de l'Occident. »

Joignant l'action à la parole, il enfonça son outil dans le sol. Tous en firent autant.

C'est par cette simple et majestueuse démonstration que M. Ferdinand de Lesseps, entouré de quatre administrateurs de la Compagnie, de quelques ingénieurs et du médecin en chef, inaugurait l'entreprise qui allait devenir l'une des plus grandes œuvres de notre siècle.

Le lieu prêtait à la cérémonie un caractère tout particulier. Ce point, destiné à servir, quelques années plus tard, de passage aux navires de toutes les nations, n'était pour le moment qu'une bande de sable large de cent à cent cinquante mètres, à peine plus élevée que le niveau de la Méditerranée, qui la baigne de ses flots bleus au nord tandis que les eaux boueuses du lac Menzaleh la limitent au sud. Pour peu qu'il fît mauvais temps, les vagues couvraient ce cordon perdu, tantôt dans un sens et tantôt dans un autre, à l'exception d'une légère extumescence sur laquelle quelques pêcheurs arabes avaient élevé leurs cabanes de roseaux.

Ce jour-là, auprès de ces cabanes, on apercevait un campement misérable, composé de deux ou trois tentes, sous lesquelles s'abritaient les ingénieurs et les employés de la Compagnie qui avaient procédé aux levées de terrain et au jalonnement de la future route des navires.

A peine si quelques pièces de bois, péniblement traînées jusque-là par les caboteurs, indiquaient qu'un chantier se préparait.

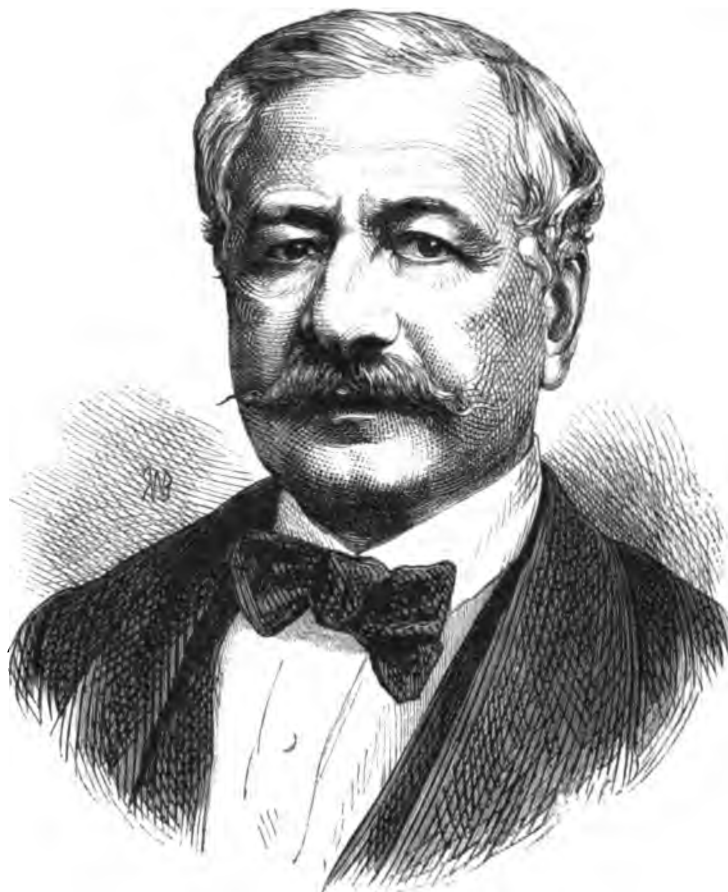
C'était pour le moment tout ce qui constituait Port-Saïd, la tête du canal futur dans la Méditerranée.

Et pourtant ce résultat si pauvre en apparence, si disproportionné avec le but à atteindre, était le fruit de longues années d'études, de luttes triomphantes, de difficultés et de préjugés vaincus par celui que la reconnaissance publique devait plus tard nommer le « grand Français »; c'était la conclusion prochaine des projets et des efforts commencés depuis deux mille cinq cents ans par les hommes éclairés d'alors, et entravés durant dix siècles par les calculs d'intérêts ignorants et mesquins.

D'autres ont fait tout au long et d'une façon éloquente le récit de la lutte entamée par M. Ferdinand de Lesseps contre les obstacles de tout genre existant ou élevés sur sa route. On a raconté l'origine de son projet et l'histoire du canal de Suez.

Chacun sait qu'il faut remonter jusqu'à Nécos, vivant six cents ans avant Jésus-Christ, pour retrouver l'origine certaine de l'idée accom-

plie seulement de nos jours. Nous ne retracerons pas les efforts successifs de Darius, continuant l'œuvre interrompue de Nécos; ceux des Ptolémées, des empereurs Trajan et Adrien; d'Amrou, le lieutenant du calife Omar; puis la disparition de l'ancien canal, comblé par ordre d'Omar lui-même, dans le but d'empêcher le ravitaillement de Médine révoltée. Nous rappellerons seulement pour mémoire qu'au cours du



M. Ferdinand de Lesseps.

XVIe siècle le gouvernement turc, se souvenant des services rendus à sa domination naissante par l'ancien canal des Ptolémées, avait fait étudier la possibilité de reprendre, pour la cinquième fois, les projets de Nécos.

Colbert, dont le génie abordait tous les grands problèmes, tenta de ramener vers l'Égypte le transit commercial des Indes, que la découverte du cap de Bonne-Espérance avait mis entre les mains des Hollandais et des Anglais. Ses négociations avec la Porte échouèrent devant l'ignorance et les préjugés de la Turquie, ou plutôt devant l'opposition

du grand mufti d'alors, qui redoutait la présence des chrétiens dans le voisinage du tombeau du Prophète. En 1776, Louis XVI, auquel on doit le germe d'un grand nombre de nos progrès sociaux, envoya un officier chargé positivement d'examiner les moyens de creuser un canal de jonction entre les deux mers.

La solution du problème n'était pas mûre encore.

On sait aussi que, pendant l'expédition d'Égypte, Napoléon, qui rêvait la conquête des Indes, visita les vestiges de l'ancienne communication entre les deux mers, et chargea l'ingénieur Lepère de dresser, d'après ses indications, les plans d'un canal de jonction.

Napoléon ayant été obligé d'abandonner l'Égypte, le projet de Lepère fut délaissé; mais, bien qu'il contînt une erreur capitale sur la différence de niveau des deux mers à unir, il eut le mérite considérable d'appeler une fois de plus l'attention du monde moderne sur cette question.

Tous ces préliminaires sont connus ou méritaient de l'être, mais leur développement nous entraînerait à donner à notre travail une étendue qu'il ne saurait comporter. Nous nous bornerons à dire sommairement les tentatives les plus rapprochées de nous et à suivre dans ses phases principales l'exécution du canal de Suez.

II

LES TENTATIVES DE TRANSIT ENTRE L'ORIENT ET L'OCCIDENT PENDANT LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIXe SIÈCLE

Cependant l'Europe, rendue à la tranquillité par la cessation des guerres de la République et de l'Empire, subissait une profonde révolution dans les idées, était poussée par un immense élan vers le progrès des sciences, de l'industrie, du commerce et de l'économie politique.

Des découvertes nouvelles se succédaient à court intervalle, des notions plus précises et plus élevées des grands problèmes de la civilisation augmentaient la préoccupation générale des améliorations à accomplir dans toutes les branches de la vie sociale.

L'Angleterre, maîtresse des Indes et monopolisant en quelque sorte le commerce de l'Extrême-Orient, devait, entre toutes, être saisie par la nécessité de faciliter les relations entre l'Occident et l'Orient. Aussi

fut-elle la première à essayer de relier l'Inde avec l'Europe en passant par l'Égypte.

Dès 1823, le gouvernement de Bombay proposait sans succès l'établissement d'une ligne de vapeurs entre la côte indienne et Suez. En 1826, il renouvelait inutilement sa proposition.

Mais si, dans les sphères officielles, on s'obstinait à considérer la voie du Cap comme plus rapide et plus sûre, l'idée contraire progressait rapidement dans l'esprit public.

Pour en faire la démonstration pratique et forcer son gouvernement à ouvrir les yeux, un officier de la marine britannique, le lieutenant Wagorn, eut le patriotique courage d'entreprendre seul et à ses frais, pendant de longues années, le transport des dépêches des Indes à travers l'isthme. En 1829, il commença un perpétuel va-et-vient qui consistait à partir d'Angleterre pour aboutir aux Indes. Il avait proposé au gouvernement anglais de se charger du transport des dépêches par cette voie; n'étant pas écouté, il demanda et obtint qu'on lui confiât les *duplicata* des dépêches qu'on expédiait aux Indes par le Cap.

Quand il avait atteint Alexandrie, après avoir traversé la France et l'Italie, il gagnait Suez, sans perdre un instant, en franchissant le désert à dos de chameau. Profitant de la première occasion pour traverser la mer Rouge, il abordait de là aux Indes, ayant chaque fois une avance considérable sur la malle qui contournait l'Afrique. Son gouvernement le laissait faire sans paraître apercevoir les côtés pratiques de son entreprise.

Wagorn ne se découragea point; mais il ruina sa santé ainsi que sa fortune à cette œuvre de dévouement, et mourut laissant sa famille dans la misère.

Néanmoins son exemple engagea Chesney, major dans l'armée anglaise, à émettre publiquement l'opinion que la vraie route des Indes, pour les navires, était l'isthme de Suez. Il obtint même, en 1834, une enquête officielle qui n'eut point de résultat, mais qui fut suivie, trois ans après, d'une seconde à laquelle on procéda avec une certaine solennité.

Elle eut pour conclusion la création d'une ligne de vapeurs, par la *Compagnie péninsulaire orientale,* entre Suez et l'Inde, en correspondance avec une autre ligne de Liverpool à Alexandrie.

Plus équitable que tant d'autres qu'on voit s'approprier sans vergogne le fruit du travail d'autrui, cette compagnie voulut que la famille

de Wagorn profitât de sa participation à la création de ce nouveau service; elle assura à sa veuve une pension annuelle de vingt-cinq mille francs.

Les deux lignes de navigation furent rejointes par un service de diligences qui, malgré les souffrances du trajet à travers l'isthme, furent bientôt encombrées, tant on apprécia vite l'avantage d'une telle diminution dans la longueur du voyage.

Peu après, la voie ferrée qui s'arrêtait au Caire fut poursuivie jusqu'à Suez.

Un tel état de choses était un progrès immense qui se traduisit bientôt, pour Suez, par un développement inespéré. En peu de temps, cette ville, située sur une plage aride, sans un arbre, où l'eau potable était apportée à dos de chameau depuis le Nil, monta au chiffre de huit mille âmes.

Vers le même temps, un fait simplement curieux en lui-même, mais incalculable dans ses conséquences, donna un nouvel essor aux projets de jonction qui ne cessaient, depuis quelques années, de préoccuper les esprits.

Le major Chesney, d'accord en cela avec Laplace, avec Fourier, qui contestaient les conclusions de Lepère, prétendait que, loin de présenter une différence de dix mètres entre leurs niveaux respectifs, la mer Rouge et la Méditerranée étaient à la même altitude.

Deux officiers anglais eurent l'idée de s'en assurer en procédant tout simplement par l'épreuve thermométrique. L'un d'eux se plaça au bord de la Méditerranée, l'autre se rendit à Suez; ils déterminèrent le même jour et à la même heure le point d'ébullition de l'eau. Ils ne purent constater aucune différence : c'était conclure en faveur de l'unité de niveau des deux mers.

Cependant l'idée du canal poursuivait son chemin dans les esprits et faisait mettre successivement au jour divers projets.

Le premier qui eut un corps fut l'œuvre d'un ingénieur français qui a laissé en Égypte une renommée considérable, Linant de Bellefonds, plus connu sous le nom de Linant-Bey. Il était alors ingénieur en chef du vice-roi d'Égypte, Méhémet-Ali.

Depuis de longues années, la possibilité de réunir les deux mers lui semblait démontrée; en 1841, il forma avec quelques hommes importants une société pour la réalisation d'un canal direct de Péluse à Suez.

Mais aucune suite ne fut donnée à ce projet.

A peu près au même moment, David Urquhart, ancien membre du parlement anglais, publiait un mémoire pour provoquer l'exécution du canal par une compagnie anglaise. De son côté, l'Autriche, entraînée dans le mouvement général, engageait Méhémet-Ali à se lancer dans cette entreprise. Ce monarque, si intelligent pourtant, recula devant une pareille œuvre, dont les conséquences politiques lui semblaient redoutables pour son pays.

A cette époque, quelques ingénieurs français distingués, débris de la secte saint-simonienne, réfugiés en Égypte, où ils travaillaient à la construction du fameux barrage du Nil, au Caire, se réunirent à Linant-Bey et conçurent le projet audacieux de réaliser la traversée maritime de l'isthme. En 1847, ils entreprirent la contre-épreuve du nivellement accompli par Lepère durant la campagne d'Égypte. Leur travail, admirablement conduit, aboutit à des résultats contraires à ceux de la commission de 1799. De son côté, en 1853, le vice-roi autorisa une vérification qui confirma pleinement les calculs de 1847.

Sur cette base, Paulin Talabot, qui fut depuis un des créateurs du chemin de fer de Lyon, et Barrault, tous deux ingénieurs de la suite du père Enfantin, produisirent deux projets de canal, tombant, chose incroyable, dans les mêmes erreurs que leurs devanciers. Ils exigeaient un nombre plus ou moins grand d'écluses; en outre, chacun de ces deux ingénieurs prenait son point de départ à Alexandrie, qui devenait ainsi, par une singulière erreur politique, à la fois port militaire et port de commerce. Leur tracé, différent dans les deux projets, donnait néanmoins au canal un parcours de trois cent cinquante à quatre cents kilomètres, et offrait l'immense inconvénient de bouleverser tout le régime hydraulique du Nil.

Mais le moment approchait où la vraie solution du grand problème allait apparaître.

Au mois de septembre 1854, la vice-royauté d'Égypte était donnée à Mohammed-Saïd, fils de Méhémet-Ali. A peine sur le trône, ce jeune prince appela auprès de lui M. Ferdinand de Lesseps, son ami d'enfance et son compagnon d'études à Paris.

M. de Lesseps, chacun le sait, appartenait à la carrière diplomatique. Il marchait en cela sur les traces de ses ancêtres. Son père ayant lui-même largement contribué à l'élévation de Méhémet-Ali, celui-ci lui en avait gardé une profonde reconnaissance.

Le jeune diplomate connaissait admirablement les diverses tentatives

faites à dater de Nécos. Depuis 1831, époque à laquelle l'idée du canal lui était venue pour la première fois, il ne cessait de mûrir et d'étudier la question. Mais il se distinguait complètement de ses devanciers en projetant un canal *direct* de la mer Rouge à la Méditerranée, n'empruntant aucune dérivation du Nil, ne comportant aucune écluse et se terminant par un port indépendant.

Grâce à l'habileté avec laquelle il sut présenter et faire accepter ses idées; grâce aussi à l'ascendant de bon aloi qu'il possédait sur l'esprit du vice-roi, il obtint, le 30 novembre 1854, un firman de concession qu'il s'empressa de notifier aux représentants des puissances étrangères, et qui fut solennellement promulgué en leur présence par le vice-roi lui-même.

Si nous voulions écrire l'histoire du canal, nous aurions à consigner ici l'immense retentissement de cet acte en Europe et dans l'univers entier; nous relaterions les études approfondies, les explorations accomplies par les commissions diverses, l'opposition sourde d'abord, avérée ensuite, de l'Angleterre à ce projet, dont le tort, immense à ses yeux, était de ne pas servir exclusivement ses intérêts. Cette lutte de dix ans que suscita l'esprit d'un gouvernement jaloux suffirait à immortaliser le nom de M. Ferdinand de Lesseps. On verrait avec quelle persistance, avec quelle ingéniosité l'Angleterre, battue sur un point, déplaçait le terrain de la lutte. Difficultés politiques, intervention diplomatique, fausse philanthropie, entraves financières; cette nation usa de tout, mit tous les moyens en œuvre pour faire avorter une conception qui devait cependant lui profiter plus qu'à toute autre. Cette fois, l'opinion publique était avec M. de Lesseps et, malgré les efforts de leur gouvernement, les Anglais, en tant qu'individus, apportèrent au fondateur le concours de leurs encouragements et de leur argent.

Mais, nous le répétons, notre but est plus simple; nous nous bornons à aborder cette étude au moment où le canal entre dans la période effective.

Nous aurons d'ailleurs à consigner, pendant son exécution, plus d'un fait permettant d'apprécier l'œuvre morale et ses difficultés en même temps que l'œuvre matérielle.

III

L'ISTHME. — LE TRACÉ DU CANAL

M. F. de Lesseps avait triomphé des obstacles soulevés par les jaloux et les esprits bornés. Il lui restait à vaincre ceux que la nature lui opposait aux lieux arides et désolés qu'il songeait à transformer en une artère pleine de vie, à conduire à un degré de prospérité absolument incompatible en apparence avec l'état des choses au début de son entreprise.

Quand on parcourt cette partie du désert égyptien, on ne peut se faire une idée précise de l'aspect du pays où il venait, en 1859, de donner le signal des travaux.

De l'ancienne Péluse, au nord-ouest de laquelle on plaçait l'entrée du canal, il ne restait rien. Ce qui fut une ville de cent mille habitants n'est représenté que par des ruines informes, entourées de terrains bas, inondés par les débordements annuels du Nil et absolument privés de végétation. De l'autre côté, sur un îlot marécageux du lac Menzaleh, des monceaux de briques indiquent que là existait autrefois Tanis, qui fut aussi une ville importante; un peu plus loin, perdu dans les lagunes, Gemileh, un village de pêcheurs.

Pas un arbre, pas un brin d'herbe sur ce rivage brûlé par le soleil. Le soir, les animaux amenés par les Européens se sentaient eux-mêmes pris de crainte et venaient, épouvantés par l'écrasante solitude des lieux, se réfugier près des tentes où s'abritaient tant bien que mal, et plutôt mal que bien, les premiers pionniers du canal.

L'accès de cet endroit était plein de difficultés ou de périls. La plage offrait une pente insensible obligeant les barques à déposer leur chargement loin du bord. Pendant la saison de l'étiage du Nil, alors que les eaux sont très basses, c'est-à-dire du mois de mars au mois d'août, quand le vent souffle avec persistance de l'est, les accostages étaient extrêmement difficiles, car le flot se retire excessivement loin.

Pour ressources alimentaires, le poisson du lac et la *poutargue* ou conserve d'œufs de poisson fournis par le Menzaleh, dont les eaux marécageuses justifient toujours le nom de « Vivier des rois », qu'il avait du temps des Pharaons. Sans les conserves dont on les nourris-

sait et les ressources que les chasseurs trouvaient dans les innombrables bandes d'oiseaux qui animent les bords du lac, les travailleurs risquaient fort de manquer souvent du nécessaire.

L'eau potable n'existait pas sur ce point désolé; il fallait l'apporter de Damiette.

Le parcours de l'isthme, tout le long du futur tracé, était plus dépourvu encore. C'était le désert dans sa plus complète acception.

Sauf ***El Kantara***, point de passage des caravanes de Syrie, à l'extrémité du lac, et deux ou trois agglomérations insignifiantes, il n'y avait point d'endroit habité. Sur les cent treize kilomètres qui, mesurés en ligne droite, séparent la baie de Péluse du golfe de Suez, on ne rencontre à la surface que des graviers et du sable, présentant de loin en loin quelques traces de cette végétation particulière au désert et qui sert de nourriture aux chameaux.

Envisagé au point de vue géologique, l'isthme est, comme la basse et la moyenne Égypte, ainsi que le grand plateau libyque, une formation tertiaire. Les rivages de la mer, pas plus que le sol de l'isthme, ne paraissent avoir éprouvé de changements notables depuis les temps les plus reculés. A peine si, du côté de Suez, les sables apportés par la mer ont recouvert le terrain originaire d'une bande large de cent mètres.

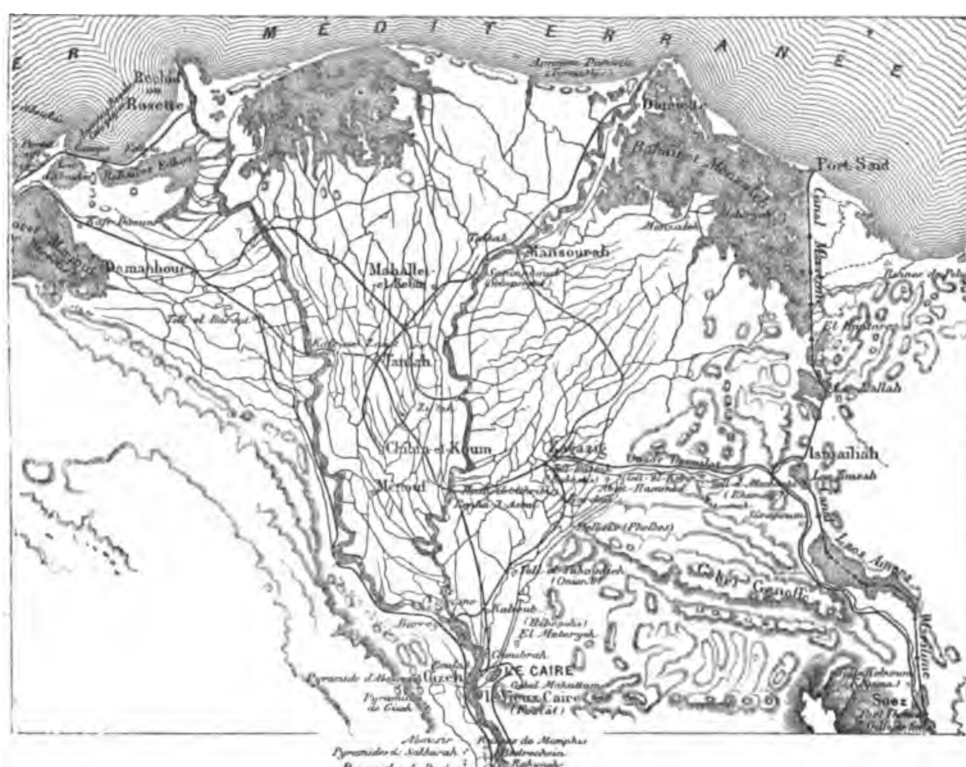
Vers le milieu de l'isthme, une élévation, ***el Guisr***, dernier éperon des faibles montagnes semées dans l'est, sert en quelque sorte à indiquer le versant de chaque mer. Au nord, s'étendent les lagunes formées par les débordements du Nil à l'âge actuel; vers l'ouest, et rejoignant la basse Égypte, existe une longue dépression à peine sensible qui, sous le nom de ***terre de Gessen***, devait occuper dans l'histoire des Hébreux une place considérable.

Sur l'autre versant d'***el Guisr***, formant l'extrémité de la vallée, une cuvette assez vaste, aux trois quarts asséchée, le lac ***Timsah***, d'origine purement fluviale; un peu plus loin, au sud, séparé du lac Timsah par un exhaussement prononcé du sol, se rencontre une dépression profonde dont les assises inférieures semblent être l'œuvre du Nil à un âge encore mal défini. Cette dépression, derniers vestiges du golfe Héroopolite, contenue entre le mont ***Geneffé*** et le système montagneux du ***Sinaï***, était encore, avant le creusement du canal, remplie d'eau saumâtre qui lui valait le nom de ***lacs Amers***. L'évaporation y avait favorisé le dépôt d'épais bancs de sel. Au delà, vers Suez, au point où s'accomplit le miraculeux passage des Hébreux sous la conduite de

Moïse, existe un faible seuil qui a décidé, à une époque géologique récente, la séparation de la mer Rouge et des lacs Amers.

Telle était, dans ses grandes lignes, la contrée à travers laquelle on allait creuser le canal de jonction.

Après quelques modifications très secondaires faites au projet adopté par la commission internationale constituée par M. de Lesseps, on constatait que la nature géologique de la contrée ne présentait que des



Le delta du Nil, la basse Égypte et le tracé du canal.

obstacles ordinaires, dont l'art de l'ingénieur devait avoir facilement raison.

Le tracé se trouvait fixé de la façon suivante :

Le canal devait avoir ses deux points extrêmes, dans la rade voisine de Péluse, à l'endroit qu'on devait, en l'honneur du vice-roi Mohammed-Saïd, nommer *Port-Saïd,* et, tout à côté de Suez, sur la mer Rouge.

De Port-Saïd il se dirigeait en ligne droite, sur un parcours de cinquante-cinq kilomètres, à travers le Menzaleh, jusqu'aux lacs *Ballah*, à sec pendant une partie de l'année; puis, s'infléchissant légèrement vers l'est pendant cinq kilomètres, il reprenait la ligne droite, se diri-

geait obliquement à l'ouest et s'engageait dans le lac Timsah par une double courbe à peine marquée. Au milieu du lac, au soixante-dix-septième kilomètre, il prenait sa direction presque à angle droit, vers l'est, jusqu'à *Toussoum;* de ce point, marqué par le quatre-vingt-cinquième kilomètre, il suivait une ligne allant du nord au sud, et il pénétrait dans la partie profonde des lacs Amers. Au point où il atteignait cent kilomètres, il suivait à peu près l'axe des deux bassins en formant trois lignes brisées; longeant ensuite la rive est du petit bassin, il allait directement du nord au sud pendant seize kilomètres; enfin il affectait une courbe à très grand rayon à travers les lagunes de Suez, pour déboucher au fond de la rade, après un parcours de cent quatre-vingts kilomètres.

De Suez aux lacs Amers, le canal devait avoir une largeur de cent mètres; sur le reste du parcours, on la réduisait à quatre-vingt-quatre mètres. Partout on devait maintenir une profondeur d'eau de huit mètres. Des garages établis de distance en distance devaient assurer la libre circulation des navires.

D'autres travaux considérables devaient être le corollaire du creusement. Il fallait créer deux points de stationnement au débouché du canal; l'on projetait aussi de convertir le lac Timsah en un port intérieur d'une vaste étendue, où tous les navires transitants pourraient séjourner à l'aise en parfaite sécurité pour les échanges avec l'intérieur.

L'entrée sur la Méditerranée avait été choisie avec intention au milieu du cordon littoral séparant la trouée de *Gemileh* de celle d'*Oum-Fareg.* A ce point, le canal pouvait se prolonger en mer au moyen de deux jetées de dimensions ordinaires, et il rencontrait à deux mille trois cents mètres seulement du rivage les fonds de neuf mètres jugés nécessaires aux libres évolutions des navires. Du côté de Suez, les vents du sud-est exigeaient seuls de pourvoir à la sécurité des navires. Une simple prolongation de la jetée est, par rapport à la jetée ouest, devait suffire.

Les projets audacieux de M. de Lesseps ne se bornaient pas au creusement du canal maritime; il ambitionnait de faire de l'isthme de Suez un centre de commerce universel, de remettre l'Égypte au rang des États prospères et puissants, de remplir de vie et d'animation ces contrées désertes, de faire renaître sur ce sol brûlé et stérile l'antique fécondité qui le faisait nommer par l'Écriture la « Terre des pâturages ».

IV

LE CANAL D'EAU DOUCE

Pour introduire la vie dans le désert il n'est qu'un moyen : y amener l'eau. Atteindre ce résultat, c'est peupler les solitudes; c'est assurer l'existence des populations désormais fixées au sol; c'est établir sur ces nomades émerveillés une prépondérance inébranlable.

La sonde des ingénieurs a produit, dans les régions de nos possessions d'Afrique privées d'eau, plus de résultats que les exploits de nos soldats.

Pour se faire une idée du rôle que pouvait avoir l'arrivée de l'eau douce dans l'isthme, il suffit de rappeler la situation au moment où la grande œuvre allait commencer.

Suez, depuis le jour où l'incurie des califes avait laissé combler le canal qui se soudait au Nil, Suez mourait de soif. Ce n'était plus qu'un village de pêcheurs; on se contentait de citernes où l'on conservait l'eau des pluies tombant à longs intervalles. Cet approvisionnement ne pouvant suffire, on allait chercher, à trois lieues de là, aux fontaines de Moïse, une eau à peine bonne pour les chameaux. Pour l'avoir meilleure, on en puisait à une distance double et dans des réservoirs qui reçoivent la pluie quand il en tombe.

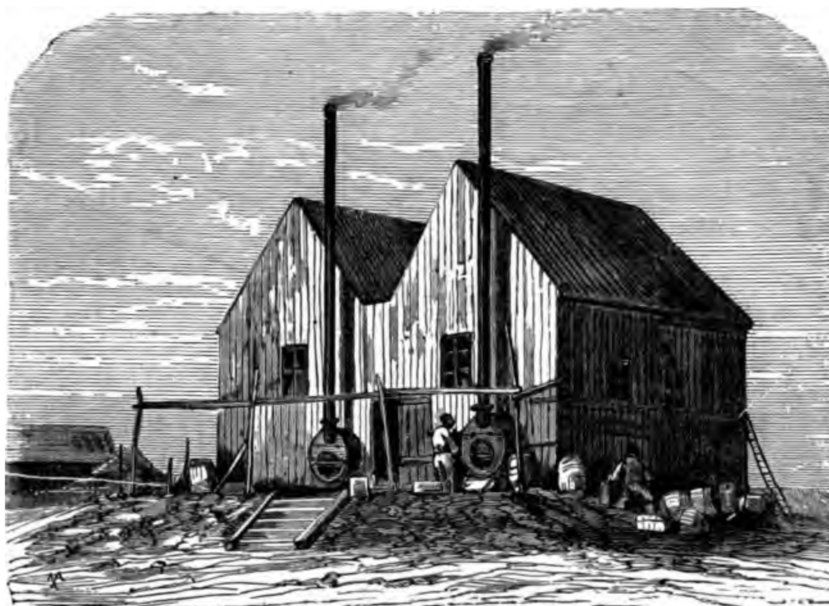
La pénurie était si grande, que les caravanes ne pouvaient s'y approvisionner, et qu'il fallait faire venir du Caire celle qui servait à la traversée du désert. Dans cette ville qui comptait alors cinq mille âmes, bien des gens mouraient sans se faire une idée de la verdure et de la végétation; pas un arbre, pas un brin d'herbe, pas une fleur ne se voyaient dans cette région de la soif.

Et cependant, depuis quelques années déjà, le chemin de fer reliant Suez au Caire avait considérablement amélioré la situation. Les trains amenaient toujours quelques caisses de fer remplies d'eau. Cette eau échauffée, à moitié salubre, était le privilège des riches; les pauvres s'abreuvaient comme ils pouvaient ou mouraient de soif. Par une suite nécessaire, le marché à l'eau avait pris un développement exceptionnel, et le précieux liquide s'y vendait à des prix exorbitants. A certaines

époques de disette on payait jusqu'à trente, quarante et même quarante-cinq centimes chaque litre d'eau; encore n'en avait-on pas à discrétion!

En temps ordinaire Suez dépensait par an, pour calmer la soif de ses cinq mille habitants, un million deux cent mille francs: le chemin de fer en apportait pour huit cent mille francs, sur lesquels le gouvernement égyptien perdait la moitié de cette somme; les chameaux en amenaient des fontaines pour quatre cent mille francs.

Chaque famille arabe devait consacrer plus de cinq cents francs par an à se procurer l'eau indispensable. Plus d'une fois l'on vit des paque-



Hangars abritant les appareils distillatoires de Port-Saïd.

bots de la « Compagnie péninsulaire orientale » retarder leur départ faute de pouvoir embarquer la provision d'eau nécessaire à leur traversée.

Du côté de Port-Saïd la situation n'était pas beaucoup meilleure. Les chantiers, au début, n'avaient pour toute ressource que l'eau de quelques puits éloignés ou celle du Nil transportée à dos de chameau ou bien apportée de Damiette, à travers le lac Menzaleh, ou enfin celle de la mer et du lac qu'on distillait.

Celle qu'on apportait de Damiette coûtait cinq francs la tonne; celle qui était produite par les appareils distillatoires de Port-Saïd revenait à vingt-cinq francs la tonne.

Chacun des chameaux employés à ce transport portait, dans deux

barils plats, fabriqués pour cet usage, cent vingt-cinq litres environ, c'est-à-dire la ration journalière de vingt-cinq hommes, qu'il allait chercher à trente kilomètres. On organisa ainsi un service qui comptait jusqu'à deux mille chameaux allant et venant continuellement des chantiers aux fontaines du Nil.

Cet état de choses ne pouvait durer, il fallait aviser.

Creuser des puits ne permettait point d'atteindre l'effet nécessaire et voulu. Il ne suffisait pas de créer des oasis plus ou moins espacées; il



Château de Tell-el-Kébir dans l'Ouady-Toumilat.

fallait assurer l'eau potable et la fournir en abondance à l'armée de travailleurs qui, pendant plusieurs années, allaient séjourner dans l'isthme sur des terrains brûlés par le soleil. On ne pouvait oublier que, faute d'eau, 10 000 hommes étaient morts de soif, en une seule journée, pendant l'exécution des travaux du chemin de fer du Caire à Suez. Il fallait donc faire couler un fleuve d'eau douce à travers le désert avant d'y amener les eaux salées des deux mers.

Le canal d'eau douce fut décidé. Il devait partir du Caire et aboutir au lac Timsah en passant par les territoires considérables de l'*Ouady-Toumilat,* concédés à la compagnie ou rachetés par elle.

L'opération avait pour base une dérivation ancienne du canal de Moès (Moïse) partant de *Zagazig* et conduisant l'eau du Nil jusqu'à

Ras-el-Ouady, vaste domaine remis en culture par les soins de Méhémet-Ali.

On voulait prolonger cette dérivation jusqu'au lac Timsah, à l'endroit où l'on projetait d'élever la ville actuelle d'Ismaïlia. Une bifurcation devait amener une branche du canal le long des lacs Amers et de la rigole maritime, en suivant presque le tracé du canal des Pharaons, puis aboutir à Suez après un parcours de quatre-vingt-dix kilomètres.

La prise de Zagazig ne pouvant suffire à une pareille alimentation, on résolut de faire au fleuve une saignée partant de Boulak et d'en conduire l'eau par une rigole longue de soixante-quinze kilomètres se déversant, à *Abou-Ahmed,* dans le canal déjà existant. De cette façon, l'alimentation de Suez se trouverait assurée. Ce pays si désolé par la sécheresse allait avoir de l'eau en abondance et la recevoir gratuitement.

Outre l'approvisionnement d'eau potable, ce canal devenait un auxiliaire précieux pour le transport, jusqu'au cœur de l'isthme, des matériaux, des machines et des approvisionnements indispensables à une aussi vaste entreprise. Il devait permettre d'attaquer le travail des deux côtés opposés du lac Timsah et de se porter ainsi à la rencontre des chantiers établis vers le sud et vers le nord du tracé du canal maritime. Il rendait possible la mise en valeur d'une large bande de terres situées tout le long de son parcours et constituant la propriété de la Compagnie. Enfin il créait une voie de navigation déjà utilisable pour le transit d'une mer à l'autre. En cas d'accident au canal maritime, il assurait encore le passage des marchandises.

Une somme de neuf millions fut affectée, dans les devis de la Compagnie, à l'exécution de ce travail. Pendant tout l'été de 1860, douze cents fellahs furent employés à creuser les vingt-sept kilomètres de tranchée nécessaires pour conduire l'eau près des travailleurs. En effet, le cœur de l'isthme allait bientôt être animé par vingt mille ouvriers; un peu plus tard on allait en compter jusqu'à trente mille occupés à la gigantesque entreprise.

Au mois de janvier suivant, l'eau du Nil arrivait à l'extrémité nord du lac Timsah, au seuil d'El-Guisr; elle coulait à ciel ouvert jusqu'à *Bir-Abou-Ballah,* au centre de l'isthme. Un réservoir l'y recevait. Une machine l'élevait vers un château d'eau; une double conduite l'emportait de là jusqu'à une seconde machine qui la refoulait au sommet du seuil d'El-Guisr, où une armée considérable d'ouvriers devait s'escrimer contre la montagne de sable qu'il s'agissait d'éventrer.

Pour conduire cette eau jusqu'à Port-Saïd et remplacer les appareils distillatoires qui alimentaient si mal cette place, on adopta un autre système que pour Suez. On décida de porter l'eau potable au bord de la Méditerranée au moyen de conduites qui devaient longer le canal maritime au fur et à mesure de son avancement.

Quand on mit le projet en œuvre, l'on s'aperçut qu'il fallait repousser l'emploi des conduites en poterie, suffisantes pour la courte dérivation de Bir-Abou-Ballah au seuil d'El-Guisr. L'état des berges fraîchement creusées, encore mobiles, la force de la pression à exercer pour



Réservoirs de Bir-Abou-Ballah au pied du seuil d'El-Guisr.

pousser l'eau jusqu'à quatre-vingts kilomètres, longueur de la conduite projetée, imposaient l'emploi de tuyaux en fonte ayant seize centimètres de diamètre avec des parois de dix millimètres d'épaisseur; chaque fraction était longue de deux mètres soixante-quinze et atteignait le poids de cent trente kilogrammes.

On peut apprécier l'importance du travail si l'on songe qu'il fallut mettre bout à bout vingt-neuf mille de ces tuyaux et apporter ce lourd matériel à pied d'œuvre sur des chalands ou à dos de chameau. Les difficultés de la pose dans ce sol mal affermi ou composé d'une boue presque fluide furent inouïes. Pour la traversée du lac Menzaleh, il fallut, faute de remblai, poser la conduite sur une suite de chevalets solidement fichés au fond du bassin.

Les machines destinées à alimenter cette longue conduite ont été éta-

blies à Ismaïlia; elles devaient élever dix-sept mille hectolitres d'eau par jour. Un ingénieux mécanisme fait agir une sonnerie dès qu'on dépasse la limite de pression imposée par la prudence, et un appareil enregistre la quantité d'eau fournie.

Une petite dérivation du canal d'eau douce l'alimente de façon à ne pas interrompre le service aux époques de chômage.

Tout le long de cette canalisation, de quatre en quatre kilomètres, un réservoir à niveau constant est mis à la disposition des passants. Enfin un service de gardiens-cantonniers assure le bon état du matériel et prévient télégraphiquement des accidents qui se produisent.

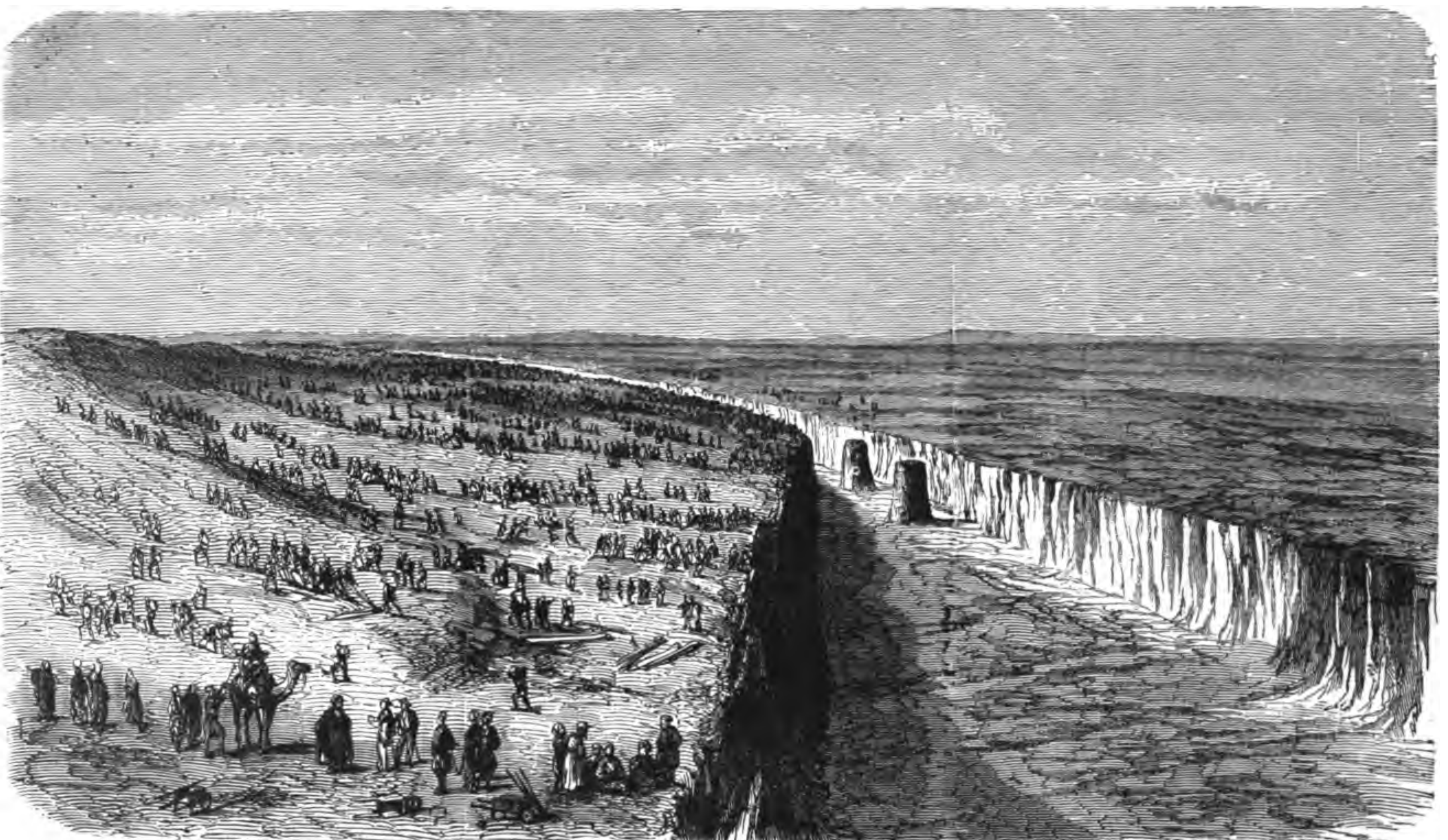
L'exécution de la branche destinée à l'approvisionnement de Suez fut autrement conçue. L'intérêt que la Compagnie avait à son exécution était aussi grand que celui de la ville de Suez. C'était le seul moyen de rendre attaquable la partie du canal maritime comprise entre les lacs Amers et Suez. L'eau, transportée par chemin de fer, eût coûté des prix excessifs et peut-être éprouvé des retards dont les conséquences pouvaient être incalculables; c'était aussi la seule voie d'accès possible pour le gros matériel à employer dans les travaux du canal maritime au centre de l'isthme; enfin le vice-roi montrait une impatience extrême de voir abondamment approvisionnée d'eau Suez, qui prenait chaque jour un développement marqué.

Aussi la Compagnie, déterminée par toutes ces raisons supérieures, reporta-t-elle sur ce chantier tous les ouvriers travaillant à sec à l'ouverture de la tranchée du *Serapeum*.

De leur côté, les hommes semblaient comprendre la situation. Jamais, durant tout le cours de ces longs travaux, on ne les vit apporter une ardeur égale à celle qu'ils déployèrent pour le creusement du canal d'eau douce.

D'ailleurs les conditions du travail étaient moins pénibles que sur les autres chantiers. Au fur et à mesure qu'un tronçon du canal était fait, on y introduisait l'eau, laquelle était bonne à boire, tandis que sur les chantiers du canal maritime l'on n'avait à sa disposition que de l'eau contenue dans des caisses en fer.

On résolut, pour arriver plus vite, de laisser incomplètes quelques parties du travail, se réservant de les reprendre ultérieurement. Durant les trois derniers mois on avait accumulé à l'extrémité du canal tout ce qu'il y avait de bras disponibles. Plus de quinze mille hommes travaillaient là tout le jour et même la nuit quand la lune le permettait.



Ouverture de la tranchée du canal d'eau douce à Néfiche, vers Suez.



En définitive, en moins d'un an, quatre-vingt-dix kilomètres de canal furent creusés et cinq millions de mètres cubes de sable furent déplacés.

Tant de hâte permit de faire l'inauguration bien avant la date fixée. Le 29 décembre 1863, le bâtardeau qui retenait les eaux fut coupé en présence d'un grand nombre de spectateurs, et l'eau se précipita dans le dernier bief. Les ouvriers et des milliers d'Arabes, frappés d'enthousiasme à la vue des eaux débordant à grands flots, accouraient au-devant d'elles, se baignaient dans leurs ondes et, poussant des cris de joie, retournaient annoncer la venue du fleuve bienfaisant à la foule qui attendait au barrage de Suez.

Pour remédier à la différence de niveau entre *Néfiche,* naissance de la dérivation, et la mer, on a coupé la longueur du canal en trois biefs réunis par des écluses dont la dernière débouche dans la mer Rouge.

La principale opération du canal d'eau douce était accomplie : Suez était approvisionnée comme jamais on ne pensait pouvoir le faire ; le canal servait déjà de voie de transit au moyen d'embarcations ne calant pas plus de soixante-dix à quatre-vingts centimètres d'eau.

Ce fut plus tard, en 1866, que l'on se trouva dans la nécessité de faire du canal d'eau douce la voie navigable par laquelle devait passer tout le gros matériel de la Compagnie pour procéder au commencement de la partie sud du canal maritime.

La partie du canal se dirigeant vers Suez fut alors, pendant une période de cinquante jours, le centre d'une activité sans pareille. Quinze mille hommes avaient été répartis pour enlever les cinq cent mille mètres cubes de terre et de gravier dont il fallait débarrasser le canal pour l'approfondir.

Trois barrages coupaient la voie liquide; pendant qu'on réservait tout le bief inférieur pour l'alimentation de Suez, on vidait la partie intermédiaire en pratiquant des coupures dans les berges. Les hommes se précipitaient sur ce sol boueux, et à l'aide simplement de pioches, de *fass,* de pelles, de couffins, ils enlevaient les vases et approfondissaient les fonds insuffisants.

Dès qu'un bief était fini, on rétablissait les berges; l'eau était amenée du bief supérieur et l'on procédait un peu plus loin à la même opération.

Encouragés par des primes offertes aux plus actives équipes, les hommes n'attendaient pas la mise à sec complète : ils travaillaient dans l'eau. Aussi atteignirent-ils ce résultat presque incroyable de curer et de déblayer cinquante kilomètres en vingt-sept jours.

V

L'ORGANISATION DU TRAVAIL

Pour obtenir la concession du canal, M. de Lesseps avait dominé une longue suite de grosses difficultés. L'exécution allait lui en présenter de plus grandes encore.

Le premier coup de pioche donné à Port-Saïd avait eu un retentissement immense. Il avait surtout réveillé les susceptibilités de l'Angleterre.

En voyant que toutes ses menées, que toute son opposition diplomatique n'avaient pas intimidé le promoteur du canal, elle résolut de l'entraver dans la mise en œuvre.

Attirés par un salaire convenable et par de bons traitements, les indigènes s'étaient mêlés volontiers aux ouvriers européens dès le commencement des travaux, et contribuaient avec empressement soit aux terrassements, soit aux communications et aux transports tant par eau que par terre.

La première manœuvre de l'Angleterre dépitée fut de faire le vide autour de nous. Des bruits habilement répandus parmi les habitants et les Arabes présentèrent l'opération comme désapprouvée par le sultan. Bientôt cette désapprobation se transformait en refus complet de la laisser se continuer et en une interdiction complète aux sujets du khédive d'y contribuer en quoi que ce soit. Des agents payés par le gouvernement anglais parcouraient l'isthme et s'opposaient, même par la force, à ce que les indigènes prêtassent leur concours. On vit des convois abandonnés par leurs conducteurs, les pêcheurs refuser de vendre leur poisson et d'apporter de Damiette les provisions nécessaires aux travailleurs. Sans les appareils distillatoires installés à Port-Saïd, le personnel groupé sur ce point eût infailliblement péri de soif.

Certains chantiers avaient dû être abandonnés. Ailleurs, les vivres manquant, il avait fallu la commisération de chefs arabes intelligents, ayant foi dans l'œuvre qui s'accomplissait sous leurs yeux, pour assurer la nourriture des équipes; ou bien encore l'on mendiait les secours des chantiers voisins pour obtenir à manger.



Gourbis d'ouvriers fellahs employés aux travaux du canal.

La situation était d'autant plus grave qu'elle contrevenait directement à un des articles essentiels du firman de concession, article par lequel le vice-roi s'obligeait à fournir des travailleurs à la Compagnie, en même temps que celle-ci prenait l'engagement de compter toujours parmi les travailleurs au moins quatre cinquièmes d'indigènes.

Pour bien comprendre la situation ainsi faite à l'entreprise du canal de Suez, il faut se rendre un compte exact de la façon dont les contingents de travailleurs pouvaient et devaient être amenés par le gouvernement égyptien.

Depuis la plus haute antiquité, le *fellah* ou paysan égyptien est soumis à la corvée afin de fournir, dans un intérêt public bien compris, le nombre de bras nécessaires aux travaux qu'imposent chaque année, à époque fixe, les inondations du Nil.

On sait que le Nil subit deux crues périodiques annuelles, amenées : l'une par les pluies que recueillent les affluents situés au nord de l'équateur, l'autre par les pluies tombant dans l'hémisphère sud, où le grand fleuve a ses plus lointaines ramifications.

L'énorme distance à parcourir par le produit des pluies intertropicales modère et régularise les crues au point que peu de fleuves éprouvent dans la dernière partie de leur cours une surélévation aussi régulière de leurs eaux. Cette extrême régularité, utilisée en Égypte par les plus anciens gouvernements et continuée avec une inviolable fidélité aux traditions, a permis d'établir dans toute la moyenne et la basse Égypte l'admirable système de digues et de canaux grâce auquel on a pu étendre sur toute la contrée le limon du fleuve et y développer une fertilité proverbiale.

Quand le *nilomètre* marque le point le plus élevé de la crue, on donne aux eaux l'écoulement nécessaire pour éviter qu'elles fassent irruption dans les campagnes. A cet effet, on pratique dans les digues du fleuve une multitude de saignées qui détournent ses eaux dans les canaux et réservoirs de toute sorte dont la vallée du Nil est sillonnée. Ces réserves sont ensuite utilisées au moment voulu.

Mais, pour tirer de cette opération tout l'effet utile, il faut une simultanéité d'efforts que le fellah, abandonné à son apathie naturelle, ne produirait jamais. Assujetti à la corvée, il fournit, sous la conduite des chefs de village, le nombre de bras nécessaires à la grande opération annuelle, à la réparation et à l'entretien de tout ce réseau hydraulique.

Grâce à cette institution, détournée trop souvent de son but d'intérêt

général, les vieux Égyptiens ont accompli des œuvres colossales qui nous frappent d'étonnement, mais dont la raison d'être n'existait souvent que dans le caprice d'orgueilleux despotes.

Les pyramides de Thèbes et de Memphis, les colosses de Memnon, le creusement des canaux ordonné par les pharaons pourraient attester à quel point la corvée transformait en esclaves les peuples d'alors, et combien parmi eux payaient de leur vie ces conceptions de leurs souverains, pour qui l'existence de leurs sujets ne comptait pas.

On sait que le canal creusé par Nécos dans les mêmes régions que traverse aujourd'hui le canal maritime coûta la vie à quatre-vingt mille fellahs. Méhémet-Ali, qui continua de nos jours les errements du passé, employa cent mille hommes pour relier Alexandrie au Nil au moyen du canal Mahmoudieh. Or il est bon de savoir que le dixième de ces travailleurs mourut sur place. Nous avons déjà dit qu'une seule journée où l'eau manqua enleva la vie à dix mille de ceux qui travaillèrent au tracé du chemin de fer du Caire à Suez.

M. de Lesseps voulut profiter des traditions gouvernementales pour se procurer le nombre de travailleurs dont il avait besoin; mais il tint à supprimer, dans l'emploi de ces hommes, tout ce qui pouvait rappeler la corvée.

C'est ainsi qu'un règlement fut édicté, de concert avec le vice-roi, afin d'assurer le nombre de bras nécessaires à l'exécution du canal, tout en ménageant les besoins de l'agriculture.

Chaque village avait à fournir à tour de rôle un contingent d'hommes en rapport avec sa population. Ce contingent devait se rendre, sous la conduite du chef du village, au point qui lui serait désigné et travailler durant un mois sur les chantiers de la Compagnie.

Celle-ci assurait l'abri, les vivres, le service de santé, l'eau potable en abondance et un salaire taxé au taux moyen des prix payés par les particuliers. Certaines garanties lui étaient données contre les paresseux et les fauteurs de désordre.

Cet ensemble de conditions faisait aux fellahs une situation tellement différente du passé que beaucoup, à l'expiration de leur mois de corvée, restaient au nombre des travailleurs libres au lieu de retourner chez eux.

C'est ainsi que l'on put voir travailler, pendant la première moitié des travaux, jusqu'à quarante mille hommes répartis dans les dix grands chantiers organisés tout le long du canal.

Malgré les efforts désespérés de l'Angleterre pour faire le vide autour des entrepreneurs, l'ensemble des travaux marchait admirablement, il ne réclamait que le concours de bras nombreux, lorsqu'un triste événement rendit au gouvernement anglais l'espérance de pouvoir entraver l'entreprise du canal.

Au mois de janvier 1863, Mohammed-Saïd mourait. Son successeur, Ismaïl-Pacha, petit-fils de Méhémet-Ali, se montrait nettement favorable au succès du canal. Agissant dans l'ombre et circonvenant le nouveau souverain, l'Angleterre réussit à lui faire envoyer à Constantinople un ambassadeur extraordinaire chargé d'obtenir du sultan, en sa qualité de suzerain de l'Égypte, la revision des contrats passés entre le vice-roi défunt et la Compagnie.

Nubar-Pacha, l'envoyé d'Ismaïl-Pacha, réclamait la réduction de vingt mille à six mille du nombre d'ouvriers indigènes. Il devait également essayer de faire reprendre par le gouvernement les terres concédées tout le long du canal, et de restreindre ce dernier à des dimensions interdisant son usage à aucun navire de guerre. Au besoin, on devait recourir à la force pour faire abandonner tout travail si la Compagnie ne souscrivait pas à ces prétentions.

Le sultan ayant approuvé les demandes du vice-roi, Nubar-Pacha vint à Paris continuer le cours de ses intrigues.

De son côté, M. de Lesseps opposait à toutes ces menées son activité et son habileté habituelles.

En même temps qu'il appuyait ses revendications auprès de l'empereur Napoléon III, il faisait naître dans l'opinion publique un grand courant sympathique à son œuvre. Il obtenait, après dix-huit mois d'efforts, qu'une sentence arbitrale, prononcée par l'empereur, serait la loi des parties.

Cette sentence intervint en juillet 1864. Elle décida que la Compagnie et le vice-roi étaient tous deux exonérés des clauses relatives aux ouvriers indigènes moyennant une indemnité de trente-huit millions de francs au profit de la Compagnie. Le canal d'eau douce passait entre les mains du vice-roi contre le payement de seize millions et la jouissance entière de cette voie navigable par la Compagnie jusqu'à l'achèvement du canal maritime. Le gouvernement égyptien était tenu d'en assurer l'entretien.

Il reprenait soixante mille hectares sur les terrains cédés à la Compagnie, lui payait de ce chef une somme de trente millions,

et lui maintenait la jouissance de vingt mille hectares en chiffres ronds.

Le point capital de cette sentence était la suppression du concours des fellahs, qui avaient été jusque-là l'unique instrument auquel la Compagnie avait eu recours.

Assuré d'avoir des ouvriers aussi nombreux que pouvait le comporter la situation, M. de Lesseps envisageait sans crainte l'accomplissement de son œuvre. Habitués aux travaux de terrassements, les fellahs étaient précieux par la simplicité de l'outillage qu'ils exigeaient, par l'adresse qu'ils déployaient.

Il fallait substituer le travail mécanique au travail des bras. C'était une grosse et difficile solution à mettre en œuvre.

Les chantiers que la Compagnie avait formés allaient disparaitre. Elle se trouvait amenée à confier à divers entrepreneurs l'œuvre commencée et à passer des contrats pour assurer l'exécution du canal au moyen de machines.

En suivant d'année en année les diverses phases de ce gigantesque travail, nous allons voir ce que produisaient les fellahs et ce que devaient produire les entrepreneurs soumissionnant l'achèvement du canal.

VI

LES TRAVAUX AVANT L'ARBITRAGE

La prise de possession des terrains de l'isthme accomplie, le premier soin fut d'assurer l'arrivée des matériaux de tout genre et de pourvoir à la subsistance des nombreux travailleurs qui allaient coopérer au percement.

On travaillait en plein désert; c'est dire qu'il fallait tout créer, tout transporter : l'eau, les vivres, les abris, les outils, les appareils, les ouvriers eux-mêmes.

La fin de l'année 1859, toute celle de 1860 et les premiers mois de 1861 furent consacrés à cette organisation.

Tout d'abord, au point qui devait être Port-Saïd, on éleva un phare en bois dont la lanterne, placée à vingt mètres de hauteur, envoyait sa lumière jusqu'à une douzaine de kilomètres en mer.

En même temps que le phare, on établissait un appontement permettant aux navires chargés de matériel de livrer leur cargaison sans recourir à des chalands.

D'autre part, M. Hardon, entrepreneur général du canal, s'occupait de faire creuser des puits pour alimenter les futurs campements du centre de l'isthme. A Port-Saïd, on se prémunissait contre les difficultés d'approvisionnement d'eau douce en installant deux machines distillatoires.

Pendant ce temps, les études de nivellement étaient complétées sur le terrain; on piquetait le tracé du canal et l'on reconnaissait, à peu près sur tous les points, indépendamment de matériaux utiles, l'existence de deux carrières magnifiques au *Gebel Geneffé* et au *Gebel Attaka*. Malgré certaines difficultés de transport, on en prenait possession afin d'extraire les blocs nécessaires à la construction des bassins et des jetées de Suez.

L'attaque du canal proprement dit commença seulement vers le milieu de 1860. Il s'agissait de rejoindre le plus tôt possible Port-Saïd et El-Kantara, au moins par une rigole maritime, tandis qu'un important chantier était installé au seuil d'El-Guisr, point culminant de l'isthme qui s'étend sur une longueur de quatorze kilomètres et s'élève souvent à la hauteur de dix-neuf mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ce point était l'un des plus sérieux obstacles de tout le parcours; d'ailleurs les études avaient démontré que la première partie du canal, celle qui s'étend de Port-Saïd au lac Timsah, formait la partie la plus difficile des travaux; aussi tous les efforts de l'entreprise, jusqu'en 1862, portèrent-ils sur cette première section. On se borna pendant cette période à préparer l'exécution de la deuxième partie du canal.

Le point de départ de la première section, Port-Saïd, avait déjà bien changé d'aspect depuis l'inauguration des travaux. L'étroite bande de sable que nous avons décrite était devenue un terre-plein surélevé de deux mètres cinquante au-dessus des hautes eaux. Ses habitants n'avaient plus à redouter les désagréments subis par les premiers occupants, qui voyaient tout à coup la mer envahir le sol de leurs baraques et inonder jusqu'à leurs couchettes. Des pilotis consolidaient l'emplacement de la jeune ville et son territoire s'étendait, grâce aux premiers déblais du canal utilisés pour former un sol.

Chaque jour on élevait sur ce terre-plein fraîchement accumulé les ateliers que nécessitait l'entreprise. Une scierie à vapeur, une fonderie, un atelier d'ajustage, une chaudronnerie, des forges, une menuiserie, un atelier de charpente, les machines distillatoires, des boulangeries,

des magasins de vivres et de matériaux s'étaient successivement groupés sur ce point si désert la veille, maintenant si animé.

Déjà l'on comptait plus de quatre kilomètres de voies ferrées pour le service des chantiers de Port-Saïd.

L'appontement de débarquement était devenu insuffisant. Pour répondre aux besoins des arrivages, qui se multipliaient, on construisit en mer, à quinze cents mètres du rivage, un îlot artificiel composé de pieux en fer consolidés avec des roches emplissant les vides. Puis on joignit cet îlot à l'ancien appontement en immergeant des pierres jusqu'au niveau de l'eau; on égalisa cette digue après l'avoir surélevée, on la munit d'un parapet, et l'on eut ainsi la première partie de la jetée occidentale, qui devait se prolonger plus tard jusqu'à deux mille cinq cents mètres en mer.

Le port s'établissait également. On creusait des bassins assez vastes pour assurer le déchargement et le transit du matériel venant d'Europe ou monté sur place. Des dragues se préparaient à aller creuser la rigole maritime déjà ébauchée par les fellahs.

En deux ans la ville avait acquis une population de deux mille habitants.

Jusqu'à El-Kantara le tracé du canal traverse le lac Menzaleh dans des parties constamment submergées. Le creusement de cette section présentait les plus sérieuses difficultés. Il était impossible, en style d'ingénieur, de faire des déblais à sec sur ce sol mouillé; les dragues ne pouvaient fonctionner dans ces marécages recouverts seulement de vingt à quarante centimètres d'eau.

On y parvint cependant, grâce à l'entrain que mirent les fellahs à l'exécution de cette ingrate besogne. Répartis en chantiers échelonnés tout le long de la voie à ouvrir, on put, durant cette campagne, apprécier leur adresse et leur intelligence des travaux de terrassement, et reconnaître que sans eux cette première difficulté de l'entreprise eût été insurmontable. Ils parvinrent à retirer des fanges et des vases mobiles du lac plus de quatre cent mille mètres cubes, sans autres outils que leurs mains et leurs *fass*, espèce de pioche en usage en Égypte depuis un temps immémorial.

Il ne s'agissait de rien moins que de pratiquer un premier chenal à travers les eaux fangeuses du lac, et, à l'aide des vases retirées du fond, de construire des berges solides sur un sol mobile; on devait en outre, pendant l'accomplissement des travaux, défier les émanations pestilentielles ordinaires aux marécages.

Ce problème eût été probablement insoluble sans les conditions excep-



Travaux du canal de Suez. — Phare de Port-Saïd.

tionnelles du climat d'Égypte. Sous le soleil de cette contrée, l'argile élevée en talus se desséchait immédiatement, prenait la consistance

d'une véritable muraille; les vapeurs malsaines étaient aussitôt absorbées par les rayons ardents qui en détruisaient les pernicieuses influences, déjà corrigées par l'extrême salure du lac.

La tâche était rude : les ouvriers n'y pouvaient suffire qu'à force de bon vouloir et presque d'héroïsme.

A ce premier poste de combat on eut soin de n'employer que des volontaires; les contingents de fellahs envoyés plus tard en corvée par le vice-roi n'y prirent aucune part : tous les travailleurs du lac Menzaleh y vinrent de leur plein gré et avec la connaissance complète des épreuves qu'ils allaient endurer.

Il est vrai que la Compagnie rencontra parmi les riverains du lac des hommes particulièrement préparés au labeur qu'on réclamait d'eux.

Ces indigènes, habitant depuis de nombreuses générations les bords de cette mer de boue, exercés à pêcher dans ses bas-fonds, à conduire leurs barques et à les remorquer à travers les vases, ne pouvaient craindre des travaux qui eussent effrayé des ouvriers européens.

Pour ouvrir la première artère du chenal, ils s'avisèrent d'un moyen tout primitif, que nul ingénieur ne leur eût conseillé, mais qui, dans sa simplicité extrême, a été plus efficace que ne l'eussent été les procédés d'une industrie savante. Ils entraient dans l'eau jusqu'à la ceinture, prenaient dans leurs mains autant de vase qu'ils en pouvaient saisir, la pressaient fortement contre leur poitrine pour la solidifier, puis ils l'amoncelaient en bourrelets à droite et à gauche. Pour accélérer ce travail et enlever davantage de matière, ils avaient imaginé de plaquer la vase égouttée sur le dos d'un certain nombre d'entre eux qui croisaient les bras en arrière et se faisaient ainsi une hotte d'un genre primitif. Quand on avait empilé assez de mottes pour faire une charge, le porteur se mettait en marche, toujours courbé, jusqu'à l'extrémité de la berge; arrivé là, il se redressait, ouvrait les bras et son fardeau glissait à terre.

Rien, paraît-il, n'était plus bizarre que l'aspect de tous ces travailleurs, dont le corps, débarrassé de tout vêtement, était zébré de ruisseaux d'eau verdâtre et de boue qui suivaient les mouvements des membres.

Il avait été impossible, malgré toutes les tentatives imaginables, de leur faire adopter un autre procédé de travail. Chevalets, madriers, brouettes, pelles et pioches, dragues à la main, tout l'outillage européen mis à leur disposition avait été successivement repoussé par eux. Le manque d'habitude leur faisait déployer dans son usage une maladresse

du plus haut comique. L'emploi de la brouette, instrument absolument inconnu d'eux, les jetait dans le plus curieux embarras. A la fin, ils en étaient arrivés à la solution suivante : trois hommes se réunissaient ; l'un prenait la roue, les deux autres les brancards de la brouette remplie. A eux trois ils portaient triomphalement la charge au point de remblai, la retournaient et couraient recommencer leur singulière manœuvre.

Les tentatives pour leur faire adopter les outils européens ne durèrent pas ; il fallut, au bout de peu de temps, les laisser agir complètement à leur guise.

A eux seuls, et par les moyens primitifs que nous avons fait connaître, ces braves gens parvinrent à ouvrir sur quarante-cinq kilomètres d'étendue une rigole de quatre à cinq mètres de largeur, qui servit de route aux dragues chargées d'achever l'œuvre ébauchée.

Pour assurer aux berges une solidité suffisante, on les étendit de chaque côté en une pente douce que le mouvement des flots, causé par les grands bâtiments, ne pouvait ni détruire ni détériorer. D'ailleurs, des édifices nombreux, des magasins ont été établis sur ces berges du lac Menzaleh sans qu'elles aient jamais fléchi.

Toutefois plusieurs points de ce parcours ne se prêtèrent pas aussi facilement à l'application de ces moyens primitifs. Au milieu du lac Menzaleh, en un endroit d'où émerge un groupe de quelques mottes de terre auquel on a donné le nom de ***Ras-el-Ech***, le terrain était trop peu consistant ; les terres étaient coulantes ; à peine déposées sur la berge, elles se convertissaient en une sorte de bouillie qui faisait le désespoir du chef de chantier.

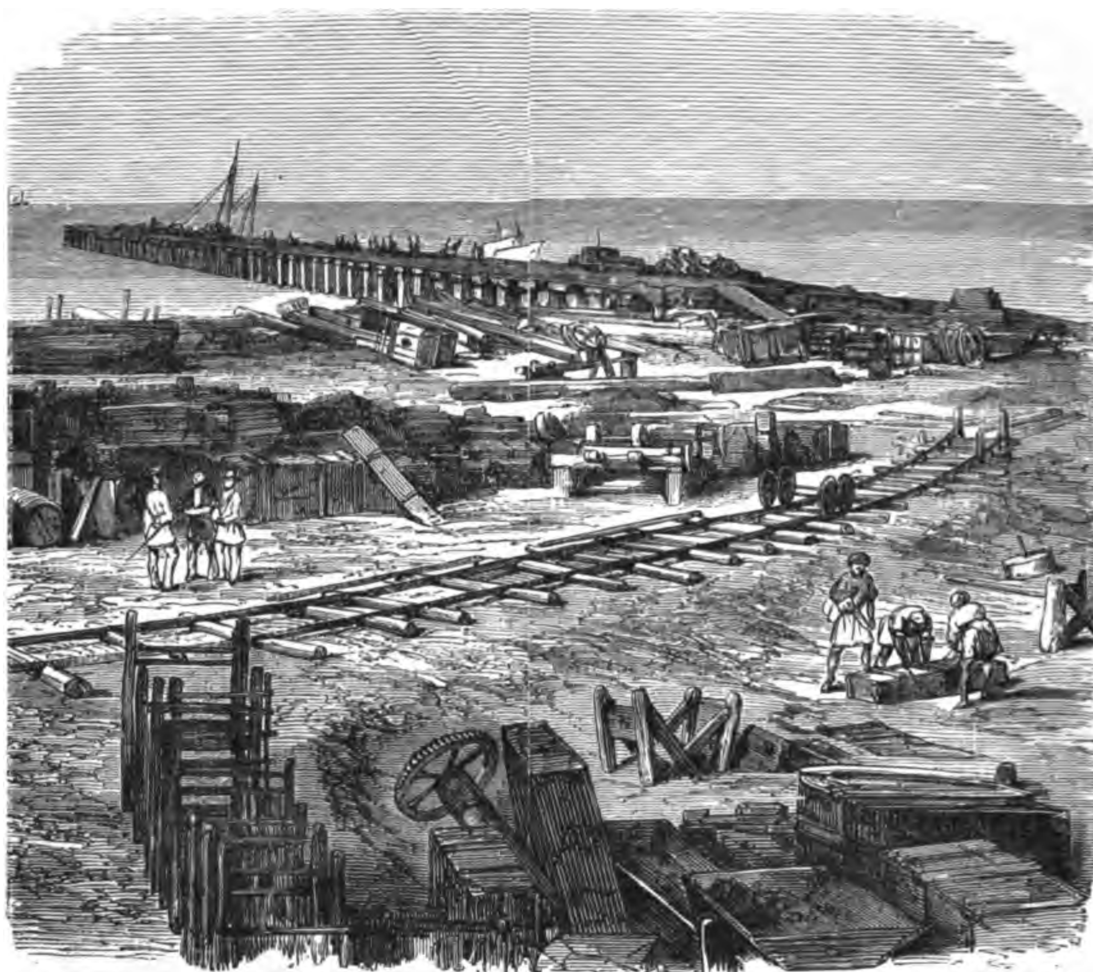
Il fallut, pour franchir ce passage, établir avec des pilotis et des madriers une double muraille qui exigea des efforts sans nombre. On dut construire sur une longueur de deux kilomètres cette coûteuse barrière qui permettait aux vases déposées de s'égoutter et d'acquérir la résistance nécessaire.

En même temps, des dragues de petites dimensions venaient derrière les travailleurs à nu et élargissaient le chenal commencé par leurs soins. D'autres engins de même sorte, plus puissants, donnaient à ce chenal une largeur de cinquante-six mètres.

Afin de mettre le futur canal à l'abri des inondations périodiques du Nil, on donna une hauteur minima de deux mètres au-dessus des plus hautes eaux à la berge occidentale, celle qui regarde l'Égypte. A cet

effet, des chalands transportaient sur la rive ouest les déblais retirés du fond de l'eau.

Puis on ouvrit un second chenal parallèle au premier; on en porta la berge orientale à la limite définitive du canal, et l'on maintint provisoirement entre chacun d'eux une large bande solide qu'on se réservait



Travaux du canal de Suez. — Appontement de Port-Saïd et chemin de fer de débarquement.

d'enlever plus tard; de distance en distance, quelques coupées permettaient la communication entre ces deux voies navigables, auxquelles on donna une profondeur provisoire de deux mètres seulement.

C'était suffisant pour assurer le fonctionnement et le ravitaillement des chantiers échelonnés jusqu'au seuil d'El-Guisr.

Les dunes d'*El-Ferdane*, qui précèdent cet obstacle, étaient attaquées à leur tour et franchies; elles n'avaient que quatre mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le seuil d'El-Guisr, au contraire, sorte de plateau ondulé, présente

des saillies qui s'élèvent jusqu'à dix-neuf mètres au-dessus du niveau de la mer.

La Compagnie devait concentrer tous ses efforts sur ce point. Dès 1861, on y groupait dix mille fellahs, pour lesquels il fallut tout d'abord établir des villages, des ambulances, des magasins de vivres et d'outils; peu après on comptait quinze mille, puis vingt mille, enfin vingt-cinq



Les carrières du Gebel Attaka.

mille Égyptiens, envoyés par le vice-roi, et qui furent employés sur ce point de l'isthme.

Il ne s'agissait de rien moins que d'éventrer le plateau pour y faire passer le canal maritime, en lui donnant une largeur de soixante-dix mètres et une profondeur de huit mètres au plafond d'eau. Pour le moment l'on se bornait à ouvrir une rigole de quinze mètres de large.

Munis seulement de leurs *fass* et de leurs *couffins*, les fellahs enlevèrent sur ce trajet de cinq cent mille à cinq cent cinquante mille mètres cubes par mois. Avec les déblais rejetés des deux côtés de la



Établissements intérieurs de Port-Saïd pendant les travaux du canal de Suez.

tranchée, ils ont dressé des parapets énormes, parfois hauts de soixante pieds, qui garantissent le canal contre les tourbillons de sable du désert. Tout cela fut fait à bras, sans le secours d'aucune machine. C'était merveille de voir l'entrain des hommes se suivant en longues files, allant déverser le contenu de leurs couffins au sommet de la berge.

On a calculé qu'en mettant à côté les uns des autres tous les paniers employés à ce travail, on formerait une ligne faisant trois fois le tour de la terre.

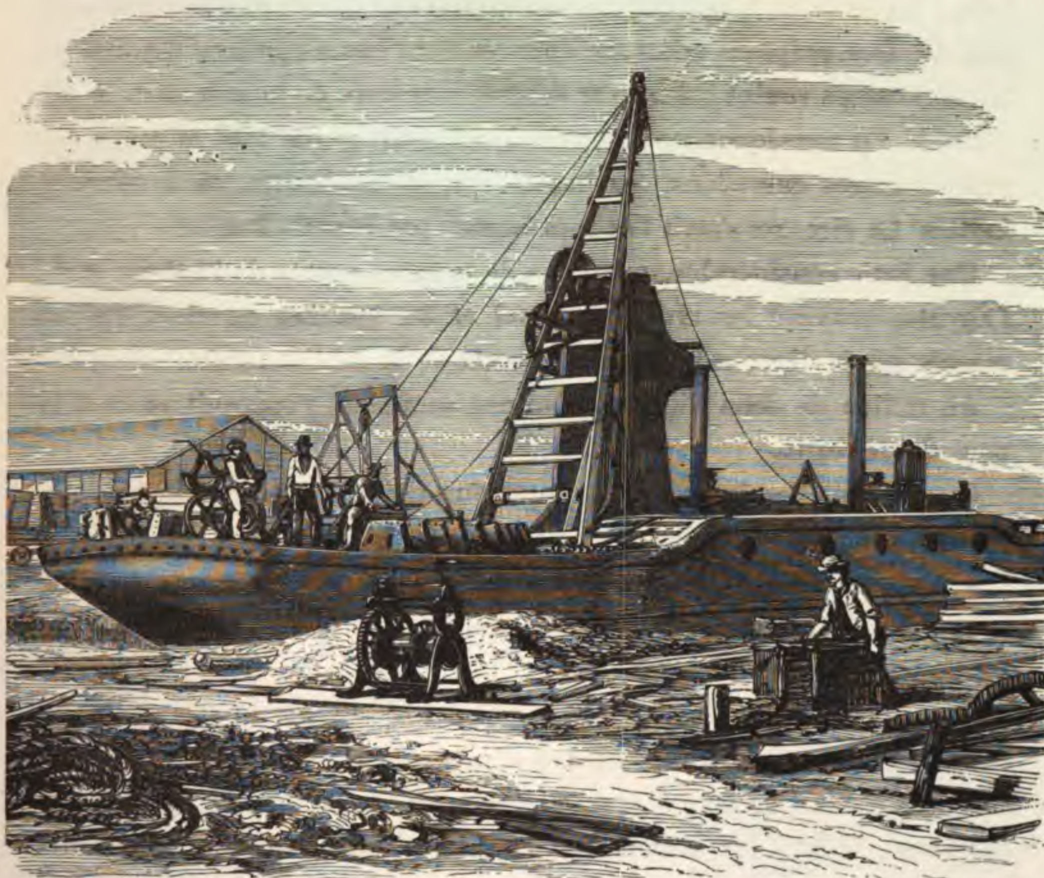
Au moment du canal d'eau douce, l'eau du Nil arrivait déjà au lac Timsah; celle de la Méditerranée allait bientôt y pénétrer à son tour. Au commencement de 1862, l'entreprise comptait à son bilan un million treize mille deux cent deux mètres cubes de déblais occasionnés par le canal d'eau douce, et quatre millions trois cent cinquante mille mètres cubes pour la rigole maritime aboutissant au lac Timsah. Cette dernière comptait alors soixante-quinze kilomètres.

Les deux séries de chantiers installés sur le parcours du canal d'eau douce et du canal maritime s'étaient rejointes.

Pour célébrer leur rencontre, une fête fut donnée dans laquelle M. de Lesseps, s'adressant

à ses employés, résumait d'une façon saisissante les progrès accomplis :

« Nous célébrons, leur dit-il, l'arrivée de l'eau douce dans le désert. C'est un événement! Il y a sept ans, me disposant à faire la première exploration de l'isthme, il m'a fallu quinze jours de préparatifs, quarante chameaux, — dont vingt pour l'eau seule, — des tentes, des pro-



Première drague montée à Port-Saïd et lancée dans le chenal du lac Menzaleh.

visions de toute sorte, des gens d'escorte et de service; tout cela pour quatre personnes!

« Pour arriver au point où nous sommes, nous avions dû dépenser, quinze jours de notre temps et dix mille francs de notre argent.

« Il y a trois jours, je suis parti du Caire dans une barque; après quarante heures de navigation, je suis arrivé ici n'ayant dépensé que vingt francs!

« Ces deux exemples vous donnent la mesure des résultats dus à votre intelligence et à votre énergie. »

Grâce à l'accélération des travaux, le seuil d'El-Guisr était traversé au mois de novembre 1862, et les eaux de la Méditerranée rejoignaient le lac Timsah. Pour atteindre ce résultat, on avait travaillé jour et nuit sans interruption. Sans cesse de longues files de fellahs gravissaient les berges au moyen de lattes posées en travers de madriers, et allaient jeter la terre de leurs couffins au delà de la crête. La nuit, les travailleurs étaient éclairés par des torches formées de branches imprégnées de graisse. Des préposés spéciaux entretenaient ces singuliers flambeaux. M. de Lesseps voulut solenniser l'entrée des eaux de la mer dans le lac Timsah. En conséquence, il convia à cette cérémonie tout le corps des fonctionnaires européens, les ingénieurs, les médecins, de nombreux invités. Le vice-roi s'était fait représenter par Ismaïl-Bey.

Une foule considérable, accourue de tous les points de l'isthme et de l'Égypte, couvrait les rives du canal et du lac. Les ouvriers étaient massés sur la digue maintenant les eaux de la Méditerranée.

Au milieu de cette digue une mince épaisseur s'opposait seule à la poussée des eaux.

Quand tous les invités de marque furent présents, M. de Lesseps s'écria :

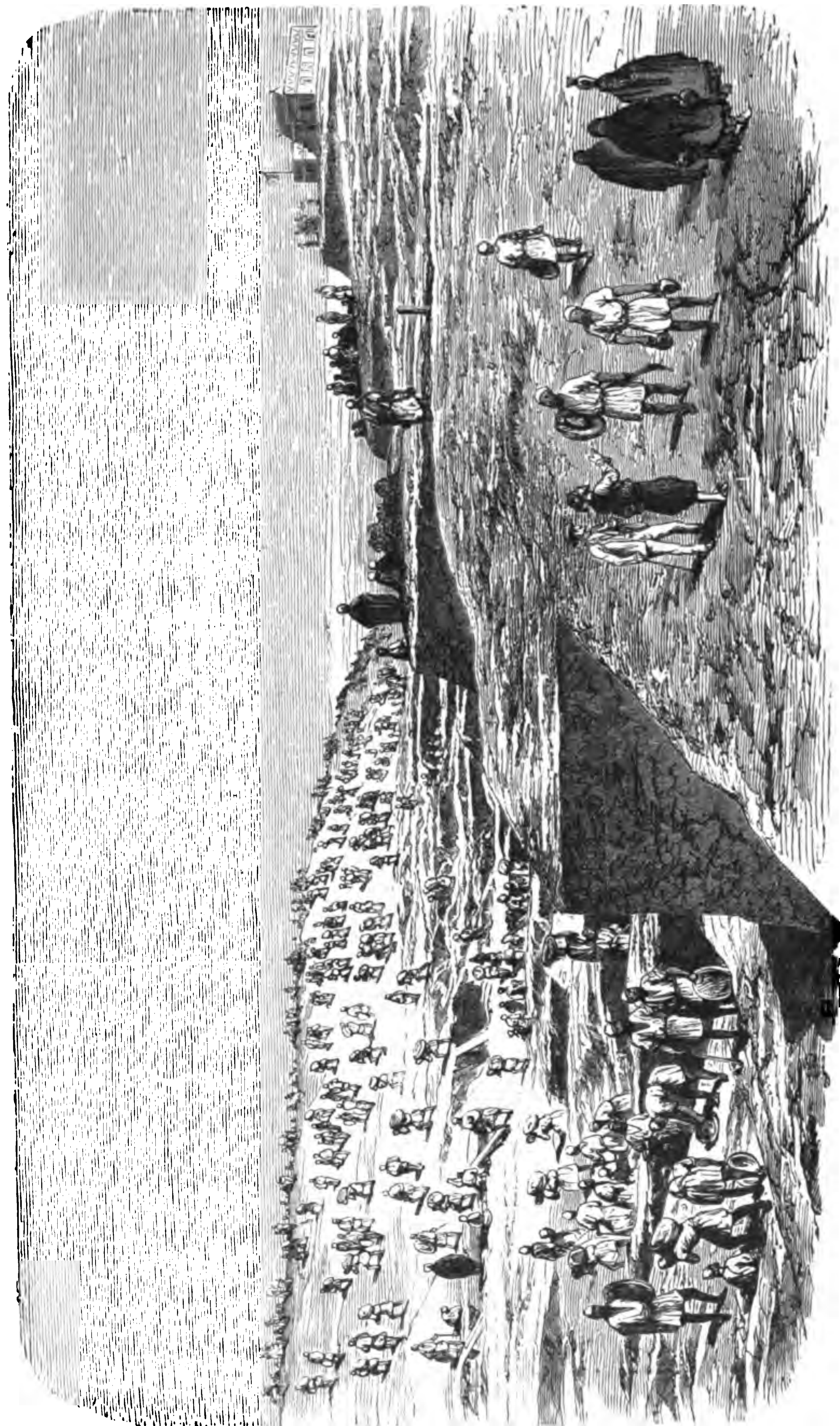
« Au nom de Son Altesse Mohammed-Saïd, je commande que les eaux de la Méditerranée soient introduites dans le lac Timsah, par la grâce de Dieu. »

Et tandis que les ouvriers brisaient les dernières mottes de terre faisant obstacle aux eaux, l'évêque d'Alexandrie et le cheïk Ul-islam, entourés chacun de leur clergé, donnaient à ces travaux la bénédiction religieuse. Bientôt les eaux bouillonnantes s'élancèrent par la coupure dont les bords fondaient sous leur puissante impulsion, et leur chute dans le lac était saluée par une immense acclamation s'élevant des bords du canal.

Il restait à prolonger la rigole maritime du lac Timsah jusqu'à Suez; mais il fallait auparavant assurer l'approvisionnement d'eau douce pour les travailleurs.

Toutes les forces dont on pouvait disposer furent appliquées au creusement de la branche du canal d'eau douce se dirigeant vers Suez. C'est alors que s'exécuta d'une façon si remarquable, ainsi que nous l'avons raconté précédemment, cette importante partie du canal.

Mais les travaux accomplis, si considérables qu'ils fussent, n'étaient pas l'unique résultat obtenu. Outre l'occupation donnée à plus de trente



Travaux du canal maritime de Suez pour la traversée du seuil d'El-Guisr.

mille travailleurs répartis sur les divers chantiers, la Compagnie avait fixé dans son immense domaine de l'Ouady plus de douze cents bédouins attirés vers les travaux de culture par d'avantageuses concessions temporaires de terres arables. Elle avait encore amené une population atteignant presque quarante mille âmes dans cette contrée inhabitée moins de trois ans auparavant.

Du lac Timsah on conduisit le canal jusqu'à une élévation nommée *Toussoum,* durant la première partie de 1863.

C'est à cette époque que, le vice-roi Mohammed-Saïd étant décédé, l'Angleterre entreprit sa dernière campagne d'opposition. Nous en avons fait connaitre le piteux échec.

En attendant que les difficultés fussent résolues, la Compa-



Le lac Timsah, vue prise du Gebel Mariam.

gnie, inquiétée, ne put maintenir l'impulsion si bien donnée à ses travaux; elle dut ralentir et restreindre le concours qu'elle donnait à son entrepreneur général, M. Hardon. Celui-ci reprit sa liberté dans les termes stipulés par son contrat; en conséquence, il reçut une indemnité de un million deux cent mille francs.

Les travaux continuèrent cependant, mais avec lenteur, la Compagnie les faisant exécuter en régie.

On était arrivé au mois de juillet 1864. La sentence arbitrale de l'empereur Napoléon venait d'être prononcée. Elle plaçait la Compagnie dans une situation toute différente, qui l'obligeait à bouleverser complètement l'économie de son entreprise.

Au travail en régie elle substitua le travail à forfait; c'était réduire la dépense et abréger les délais. Les bras, si nombreux jusque-là, faisant désormais défaut ou se trouvant réduits à un nombre dérisoire, on résolut de les remplacer par des machines.

C'est le récit de cette seconde période d'exécution des travaux que nous allons aborder.

VII

L'OUTILLAGE MÉCANIQUE

Dès le mois d'avril 1864, un rapport adressé à l'empereur Napoléon III par M. Drouin de Lhuys, ministre des affaires étrangères, faisait pressentir le sens de la solution attendue par la Compagnie.

Le concours si précieux des fellahs allait lui être enlevé; elle se mit aussitôt en mesure d'y suppléer par l'emploi général de machines dans les travaux de terrassement. Elle confia la suite de l'entreprise à des hommes expérimentés ayant fait leurs preuves dans de grands travaux publics.

MM. Borel et Lavalley eurent à continuer et à achever les travaux non encore soumissionnés, c'est-à-dire une longueur de quatre-vingt-cinq kilomètres, comprenant la traversée du lac Timsah, la tranchée jusqu'aux lacs Amers, la traversée de ceux-ci et la jonction jusqu'à Suez : c'était vingt-quatre millions cinq cent mille mètres cubes de déblais à exécuter.

Les frères Dussaud se chargèrent de construire les jetées de Port-Saïd, œuvre des plus remarquables en son genre.

M. Aïton entreprit l'achèvement de la partie du canal commencée



Transport des organes d'une drague dans l'isthme de Suez pour les travaux du canal.

entre Port-Saïd et le seuil d'El-Guisr. Pour donner à la voie navigable sa largeur et sa profondeur définitives, il restait à enlever dans cette partie près de vingt-deux millions de mètres cubes.

De son côté, M. Couvreux s'engageait à extraire du seuil d'El-Guisr neuf millions de mètres cubes.

L'ensemble de ces travaux constituait encore un déplacement de cinquante-cinq millions de mètres cubes, au moins, sur les soixante-dix millions que les calculs avaient annoncés comme nécessaires à l'achèvement de l'œuvre.

D'autres travaux restaient à exécuter; la Compagnie les prenait directement à sa charge, comptant les accomplir à l'aide des fellahs qu'on lui laissait.

En fait d'engins mécaniques, la Compagnie n'avait jusqu'alors employé que des dragues de force moyenne, soit pour déblayer les marais autour de Port-Saïd, soit pour approfondir le chenal ouvert par les fellahs à travers le lac Menzaleh.

Ces appareils et d'autres plus forts, que la Compagnie s'était récemment procurés, furent remis à M. Aïton. Mais, quelque puissantes que fussent ces dragues, elles ne pouvaient suffire aux exigences de la situation.

Pour répondre à des besoins nouveaux, il fallait des engins nouveaux. L'énorme cube de déblais à produire ne permettait plus l'emploi de ces engins ordinaires, même très multipliés. Il ne fallait pas songer à déverser le contenu des godets de chaque drague dans des bateaux allant, suivant la méthode habituelle, vider leur contenu en pleine mer ou bien porter des caisses remplies de déblais sous la chaîne d'une grue pour être ensuite répandus le long des berges.

On avait eu l'idée de placer sous la chute des godets une rigole de bois ou de fer qui recevait les déblais et les laissait couler à terre grâce à l'inclinaison favorisant l'entraînement des matériaux. Cela fonctionnait très convenablement tant que les déblais étaient déposés à petite distance de la drague. Quand celle-ci s'écartait des berges du canal pour élargir le plan d'eau, le jet des terres sur les bords devenait plus difficile. L'inclinaison donnée à la rigole conductrice diminuait au fur et à mesure de l'éloignement des berges, et rendait le glissement des déblais presque impossible; en outre, il fallait, pour obtenir un bon travail, porter les matériaux à une distance atteignant jusqu'à soixante-dix mètres.

Bien des essais furent tentés pour remédier à ces difficultés. On avait surtout opéré en plaçant de chaque côté du couloir des hommes armés de perches ou de rateaux avec lesquels ils repoussaient les matériaux arrêtés en route. Ce moyen fort coûteux, très pénible et insuffisant même sur des couloirs de faible longueur, devenait complètement

inapplicable quand les couloirs à déblais atteignaient certaines dimensions.

A force de chercher, on finit par trouver. Pour aider à la chute des terres et des pierres enlevées par les godets de la drague, il fallait une inclinaison convenable du couloir. De tâtonnements en tâtonnements on construisit des dragues dont le bâti supportant la chaîne à seaux était aussi élevé que possible; on lui donna la stabilité nécessaire en l'arc-boutant sur un chaland annexé à la drague.

Ainsi modifiée, la drague se composait de deux parties essentielles : les seaux montés sur une chaîne sans fin qui déversait leur contenu au sommet du bâti, puis un immense demi-cylindre couché, partant du sommet de la drague, et aboutissant jusqu'à une distance de vingt mètres au delà des bords du canal. Cette sorte de pont volant était soutenu par une bigue, de laquelle partaient des chaînes disposées en tirants comme les câbles qui supportent les tabliers de ponts suspendus.

L'inclinaison de l'appareil ne suffisant pas à conduire jusqu'à son extrémité les apports de la drague, l'on assura leur dégagement en entretenant dans le couloir, au moyen d'une pompe, un courant d'eau dont la force était calculée en raison de la résistance des déblais à désagréger.

L'engin constitué ainsi fut appelé drague à long couloir. Le travail produit par lui fut si satisfaisant et si considérable, qu'il devint l'agent fondamental du percement de l'ithsme. Ce fut lui qui sauva la Compagnie des déboires qu'elle redoutait quand on lui eut enlevé le concours des fellahs. Avec lui on creusa plus du tiers du canal, en y rencontrant une facilité et une économie surprenantes.

C'était un spectacle saisissant que de voir fonctionner ces colosses de fer qui arrachaient du fond de l'eau dix-huit cents et parfois jusqu'à trois mille mètres cubes de déblais par journée de travail de dix heures. Les lourds godets mordaient le sol, remontant incessamment leur charge, et l'apportaient au *long couloir,* qui la prenait et la conduisait au point voulu.

« Qu'on se figure, dit M. de Lesseps, une fois et demie la longueur de la colonne Vendôme coupée par le milieu et couchée entre le ciel et l'eau. Un des bouts est appliqué au haut de la drague tandis que l'autre déverse au loin les produits du dragage. »

Chacun de ces formidables outils faisait l'ouvrage de mille terrassiers, tout en n'exigeant que quatorze hommes pour le manœuvrer.

Ces puissants appareils avaient leur complément dans les élévateurs servant à rejeter les déblais sur les berges dont la hauteur était inaccessible aux longs couloirs.

On donna le nom d'élévateurs à des plans inclinés composés de deux poutres en fer de quarante-cinq mètres de portée reliées et soutenues par un treillis en fer, lequel repose sur un chariot à huit roues circulant sur une voie ferrée parallèle au canal. Les poutres sont inclinées de façon telle que, leur extrémité inférieure étant à trois mètres au-dessus de l'eau, leur sommet se trouve à quatorze mètres. La partie basse porte sur un chaland contenant une machine à vapeur chargée d'actionner l'appareil; le haut reste en porte-à-faux. A l'intérieur, sur des rails, circule un treuil mécanique.

La drague opérant avec un élévateur déchargeait ses déblais dans des caisses portées sur des chalands que l'on conduisait aussitôt sous l'élévateur. Chacune des caisses était saisie par quatre chaînes tombant du treuil et montée à la hauteur voulue; la caisse était ensuite basculée et le chargement précipité sur le talus; la caisse reprenait sa position première et redescendait pour être remplacée par une autre caisse pleine.

Deux de ces élévateurs étaient affectés à chaque drague.

Parmi tant d'innovations applicables au dégagement et au transport des déblais, il faut également citer celle des chalands-flotteurs et celle des bateaux-porteurs.

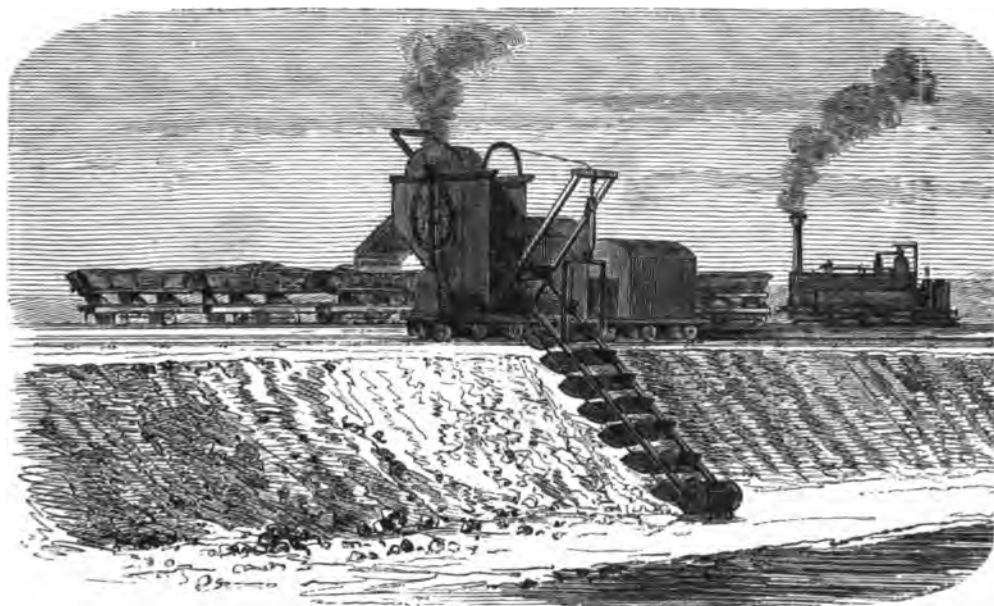
Les premiers servaient à remplacer les chalands ordinaires, qui se remplissaient rapidement de toute la matière et surtout de l'eau débordant des caisses pendant le remplissage sous le couloir de la drague. Ils se composaient chacun de deux longues boîtes rectangulaires en tôle formant flotteurs et maintenues à trois mètres l'une de l'autre par huit cloisons à claire-voie. Entre chaque cloison s'emboîtait une caisse jaugeant à peu près trois mètres. Quand le chargement était complet, le bord seul des caisses dépassait le niveau de l'eau.

Les bateaux-porteurs étaient spécialement chargés d'aller déverser en pleine mer les déblais qui n'étaient pas utilisés à la confection des berges. Construits de façon à bien tenir la mer et munis d'une machine pouvant les animer d'une certaine vitesse, ils se divisaient en trois parties : les deux extrémités formaient des flotteurs bien étanches contenant la machine et les provisions; le milieu était une caisse à ciel ouvert cubant à peu près cent quatre-vingts mètres. Le fond de cette

caisse s'ouvrait au moyen de douze portes accouplées deux à deux, se manœuvrant par un système aussi ingénieux que simple.

Ces portes étaient munies de chaînes dont l'extrémité venait se tendre sur des encliquetages supportés par une solide poutre métallique régnant au centre du bateau.

Quand l'un d'eux avait reçu son chargement (ce qui était l'affaire de deux heures avec les grandes dragues), il partait pour sa destination. Arrivé aux endroits convenables marqués par des balises, deux ma-



Excavateur employé au creusement du canal de Suez.

nœuvres lâchaient les déclics, les chaînes distendues laissaient s'ouvrir les portes repoussées par le poids des matériaux, et le bateau se vidait en un clin d'œil.

Des bateaux du même genre et d'un échantillon moindre furent également affectés au déchargement, dans le lac Timsah, des déblais provenant des fouilles avoisinantes.

Pour les travaux à sec, on employait un engin non moins puissant que les dragues ; c'était l'excavateur, appelé aussi drague à sec. Cette formidable machine, que l'on employa pour la première fois dans les travaux du canal de Suez, et qui, depuis cette époque, est devenue l'agent indispensable du creusement des tranchées, est une sorte de drague d'une force et d'une solidité exceptionnelles, montée sur un wagon au lieu d'être installée sur un chaland.

Le wagon supportant l'appareil présente des dispositions spéciales et circule sur une voie formée de trois rails courant parallèlement au tracé. Sur le châssis qui le compose se trouvent une chaudière à vapeur et deux machines motrices; l'une actionne la chaîne à godets, l'autre fait progresser l'appareil. La chaîne dragueuse est en porte-à-faux dans un plan perpendiculaire de la roue motrice; son extrémité inférieure, suspendue à une bigue, peut varier d'inclinaison. Les godets mordent tout le long du plan incliné formant la berge de la tranchée, puis remontent leur charge jusqu'au sommet de l'appareil et la déversent dans un long couloir.

Les excavateurs employés aux travaux du canal de Suez produisaient un cube de déblais allant, dans les sables peu résistants, jusqu'à sept cent cinquante mètres par journée de dix heures.

Les déblais qui n'étaient point déversés directement sur les talus étaient reçus dans des wagonnets circulant sur une voie parallèle,. et étaient transportés au point voulu au moyen d'embranchements placés de distance en distance, pour franchir le talus en écharpe.

Quand la machine avait donné à la berge le profil voulu, on la faisait avancer légèrement et l'on procédait à une nouvelle passe.

Travaillant aussi bien dans l'eau qu'à sec, cet engin fut d'un secours inappréciable pour le creusement de la tranchée principale. Pour terminer son œuvre et donner à la ligne d'eau le profil exigé, on faisait marcher derrière l'excavateur des dragues ordinaires qui achevaient la cuvette et se débarrassaient de leurs déblais au moyen des bateaux-porteurs.

Tels furent les instruments de combat dans cette lutte de l'industrie. Mais cette description sommaire ne saurait donner une idée de la grandeur, de la nouveauté du spectacle offert par ces outils puissants fonctionnant en nombre, ni de l'énormité du travail accompli. Se figure-t-on l'effet produit par vingt-quatre dragues de cette puissance fonctionnant côte à côte, faisant fondre en quelque sorte les saillies sur les flancs desquelles on les avait installées, se frayant un chemin large de quatre-vingts et profond de plus de dix mètres? On a calculé que ces vingt-quatre monstres jetaient *en un mois,* sur la berge du canal, assez de déblais pour couvrir toute la chaussée des Champs-Élysées de Paris, de l'Obélisque à l'Arc-de-Triomphe, jusqu'à la hauteur des arbres, c'est-à-dire deux millions de mètres cubes.

On a encore reconnu que cette masse de déblais, étalée sur les bou-

levards, depuis la Bastille jusqu'à la Madeleine, comblerait cette voie jusqu'au premier étage. Si on la répandait sur la place Vendôme, il faudrait surélever les maisons qui la bordent de quatre fois leur hauteur actuelle pour contenir ces deux millions de mètres cubes.

Enfin, pour en finir avec ces termes de comparaison qui ne donnent toutefois qu'une idée bien imparfaite de la réalité, l'on estime qu'avec les soixante-quatorze millions de mètres cubes extraits de la cuvette du canal maritime, on aurait pu élever une pyramide qui aurait eu un kilomètre de base sur chaque côté et deux cent vingt-cinq mètres de hauteur.

Le point le plus saillant, dans toute cette installation industrielle, fut l'ingéniosité des agencements mécaniques produisant une somme de travail inconnue jusque-là, l'essor que ces essais ont donné depuis aux grandes entreprises de terrassement.

L'on pourra encore mieux apprécier l'importance des services rendus par ces engins mécaniques en se rappelant tout d'abord combien il fallait de soins, d'entente et d'efforts pour assurer en plein désert, aux milliers de travailleurs répandus dans l'isthme, le logement, la nourriture, l'eau, les secours religieux et médicaux. Si l'on veut, d'autre part, comparer le rendement du travail à la main avec celui des machines, on arrivera à reconnaître que, pour produire une somme de déblais égale à celle des engins mécaniques, il aurait fallu, d'après les estimations les plus modérées, employer effectivement au moins cent cinquante mille hommes à la fois. Une pareille armée de travailleurs aurait comporté, pour les services de tout genre et pour les vides occasionnés par la maladie, des réserves de cinquante mille hommes. D'ailleurs, la pratique a démontré pendant la longue durée de ces travaux que les industriels et les ouvriers qui ne figuraient pas, à un moment donné, sur les chantiers, formaient plus de la moitié de la population de l'isthme. Or le magnifique matériel dont nous venons de faire connaître les éléments permettait de produire le même résultat qu'avec cent cinquante mille travailleurs, en employant au plus douze à quinze mille personnes.

VIII

PROGRESSION DU CANAL

Au moment où tout l'outillage nouveau venait d'être substitué aux bras des fellahs, l'isthme présentait une physionomie bien définie qu'on pourrait décrire ainsi :

La traversée de Port-Saïd à Suez était établie, dans sa première partie, au moyen du canal maritime non encore amené à sa largeur projetée, entre Port-Saïd et Ismaïlia. Ce centre, tout nouvellement installé, était destiné à devenir la capitale de l'isthme récemment organisé en province. D'Ismaïlia jusqu'à Suez, la branche dérivée du canal d'eau douce recevait des chalands d'un faible tirant. La navigation ne pouvait se faire que dans des conditions fort restreintes, il est vrai, mais le passage existait.

Bientôt l'on allait attaquer à la fois les deux extrémités de la seconde partie du canal maritime. D'importants chantiers allaient se porter du lac Timsah à la rencontre de ceux qu'on installait à Suez, et vers lesquels on dirigeait, grâce au canal d'eau douce, les énormes engins destinés à cette partie des travaux.

Pour imprimer à toute cette seconde section du canal maritime une impulsion d'ensemble, on avait ouvert déjà des chantiers considérables sur les points présentant le plus de difficultés. Le seuil de ***Chalouf*** et celui du ***Serapeum*** étaient entamés.

Pendant qu'on abaissait ces obstacles au niveau convenable, les dragues, les excavateurs, les élévateurs et tout le gros matériel prenaient la route de Suez ou du lac Timsah. En même temps on faisait attaquer par une armée de mineurs piémontais un banc de pierres qui barrait la route à Chalouf; on en triomphait au bout de quatre mois d'efforts.

Toute la contrée de l'isthme, jadis couverte de villes florissantes et de cultures prospères, tombée au dernier degré de ruine et de désolation depuis des siècles nombreux, voyait la vie renaître sur son sol, la veille encore abandonné. Des villes et des centres nombreux d'habitations se créaient le long du canal maritime et du canal d'eau douce. Des cités importantes s'édifiaient ou se développaient aux extrémités et sur le

parcours de la voie principale: Port-Saïd, sur la Méditerranée; Ismaïlia, au bord du lac Timsah; Suez, sur la mer Rouge. Malgré son ancienneté, cette dernière pouvait être considérée à bon droit comme une ville nouvelle, tant les conditions de son existence avaient été changées.

A l'époque dont nous parlons, c'est-à-dire vers la fin de 1865, la transformation de l'isthme, poursuivie surtout depuis deux ans et demi, était complète. La Compagnie avait terminé son organisation, créé un service postal actif et régulier, des services quotidiens pour le transport des voyageurs et des marchandises dans les trois directions d'Ismaïlia à Port-Saïd, à Suez, à Zagazig, tête du canal d'eau douce sur le Nil. Le télégraphe fonctionnait également sur un parcours de deux cent cinquante kilomètres et avait onze bureaux ouverts.

Le Port-Saïd de 1859 ne se retrouvait plus. Tout le terrain conquis sur les eaux s'était, pour ainsi dire, instantanément couvert de constructions, soit pour les besoins du service, soit par suite de l'initiative privée. La population atteignait le chiffre de sept mille habitants, sur lesquels deux tiers étaient Européens. Le port avait acquis une importance réelle malgré ses modestes proportions; le mouvement s'y accentuait chaque jour davantage.

La capitale de l'isthme, Ismaïlia, qui en 1863 se composait en tout et pour tout de deux maisons et de quelques baraques, comptait à la fin de 1865 plus de quatre-vingts maisons, indépendamment du village arabe. Quelques-unes avaient même un caractère d'importance qui n'eût été déplacé dans aucune grande ville.

C'était de ce côté un progrès presque semblable à celui des cités américaines.

Nous n'insisterons pas sur Suez, dont nous avons dit plus haut les intelligentes et les bienheureuses transformations.

Mais avant d'attaquer à la drague tout le tracé du canal, depuis le lac Timsah jusqu'à la mer Rouge, il fallait procéder auparavant à une série d'opérations urgentes et délicates.

Il y avait, en premier lieu, à mettre le canal d'eau douce en état de livrer passage au matériel qu'on dirigeait vers Suez. Nous ne reviendrons pas sur cette opération capitale, que nous avons mentionnée en racontant l'exécution du canal d'eau douce.

Le lac Timsah, tombé à l'état de simple marécage par suite d'une évaporation excessive, devait recevoir les eaux de la mer de façon à élever suffisamment son niveau pour le transformer en un port consi-

dérable et en une rade intérieure capable d'abriter de nombreuses flottes. Pour le moment et durant les travaux, toute la surface du lac non réservée à la navigation devait recevoir les déblais provenant à la fois du canal maritime élargi dans la direction de Port-Saïd, et des tranchées ouvertes entre le lac et le *Serapeum*. L'autre côté de ce seuil important devait déverser les siens dans les lacs Amers.

Afin de hâter l'exécution de la partie sud du canal, on prit la résolution de remplir immédiatement la section comprise entre le *Serapeum* et Toussoum, près du lac Timsah; on voulait ainsi multiplier les points d'attaque en attendant le remplissage du lac lui-même. Ces travaux accessoires, dont la trace même était appelée à disparaître, n'en exigeaient pas moins un déploiement énergique de forces et de dépenses. Ils n'en devaient pas moins compter parmi les œuvres importantes de la Compagnie.

Le Nil, dans sa dérivation de Zagazig à Suez, passe dans le voisinage du *Serapeum;* on se proposait d'y prendre, au moyen d'un embranchement de deux kilomètres, de quoi faire flotter les dragues qu'on voulait amener sur ces nouveaux chantiers.

On eut l'ingénieuse idée de mettre à profit la haute crue d'automne du Nil. En cette année 1866, elle s'annonçait précisément comme devant être plus forte que de coutume. C'était un avantage à la fois pour la Compagnie et pour les riverains du fleuve, menacés d'inondations graves dans la direction de l'*Ouady,* domaine de la Compagnie. On prit des mesures en conséquence. Des barrages furent ménagés de distance en distance, de façon à amortir la violence de la poussée des eaux. L'opération réussit à souhait.

Au bout de quelque temps, on put voir deux groupes de dragues travaillant séparées l'une de l'autre par le seul barrage de Toussoum : les unes flottaient sur les eaux venues de la Méditerranée; les eaux du Nil portaient les autres à un niveau plus bas de quelques mètres.

Le remplissage du lac Timsah restait à faire. L'opération consistait à amener dans cette cuvette une masse d'eau qu'on n'évaluait pas à moins de cent neuf millions de mètres cubes. On estimait que ces terres, desséchées depuis tant de siècles, rendues perméables à un degré extrême par l'incessante action d'un soleil brûlant, devaient d'abord être imbibées jusqu'à complète saturation dans une vaste zone autour du lac avant de pouvoir garder assez d'eau pour rendre la dépression navigable. Sur les cent millions de mètres cubes devant entrer dans le lac,

les calculs montraient que vingt millions au moins devaient être bus par le sol ou emportés par l'évaporation au cours du remplissage. Une fois l'opération terminée, on devait avoir à sa disposition une nappe d'eau de trente-cinq à quarante kilomètres superficiels, profonde de sept mètres au moins.

Pour créer cette nappe sans compromettre la section du canal déjà ouverte et sans courir le risque de voir tout détruit par l'affouillement des eaux, il fallait procéder avec une sage lenteur: on ne pouvait introduire guère plus de six cent mille mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures.

En vue de cette importante opération on avait construit un pertuis-déversoir large de vingt mètres, divisé en quatre parties égales fermées par des poutrelles glissant dans des rainures.

Selon les besoins de la navigation entre Ismaïlia et Port-Saïd, toutes les poutrelles étaient maintenues baissées, ou bien le débit du pertuis était activé en multipliant les ouvertures dans chaque travée. Toutefois il fallait de grands ménagements pour ne pas voir le radier de l'ouvrage et les perrés détruits à tout instant, car le courant n'avait pas moins de trente-cinq mètres à la seconde et la pente de la surface, cotée à cinquante centimètres, se faisait sentir jusqu'à quarante kilomètres en arrière vers Port-Saïd.

Pour abréger la durée du remplissage, évaluée à six mois, on devait rompre la digue au moment où la différence de niveau serait réduite à cinquante centimètres; on pensait gagner ainsi un mois sur le temps nécessaire à l'opération.

En effet, le déversoir, inauguré le 12 décembre 1866, avait achevé son service à la fin d'avril 1867.

Pendant cette période de deux années écoulées depuis la substitution du travail des machines au travail des fellahs, on avait pu voir, échelonnés depuis Port-Saïd jusqu'au lac Timsah, et fonctionnant ensemble, quinze de ces puissants excavateurs, vingt locomotives, deux mille wagons à terrassements pour les travaux à sec. De leur côté, soixante grandes dragues, un nombre proportionné d'élévateurs et de longs couloirs, de gabares à clapets, de bateaux-porteurs, avaient enlevé vingt-deux millions de mètres cubes de terre et de vases sur le parcours du canal maritime, et amené cette partie aux dimensions qu'elle devait avoir, c'est-à-dire de quatre-vingts à cent mètres de largeur avec une profondeur de huit mètres au plafond d'eau.

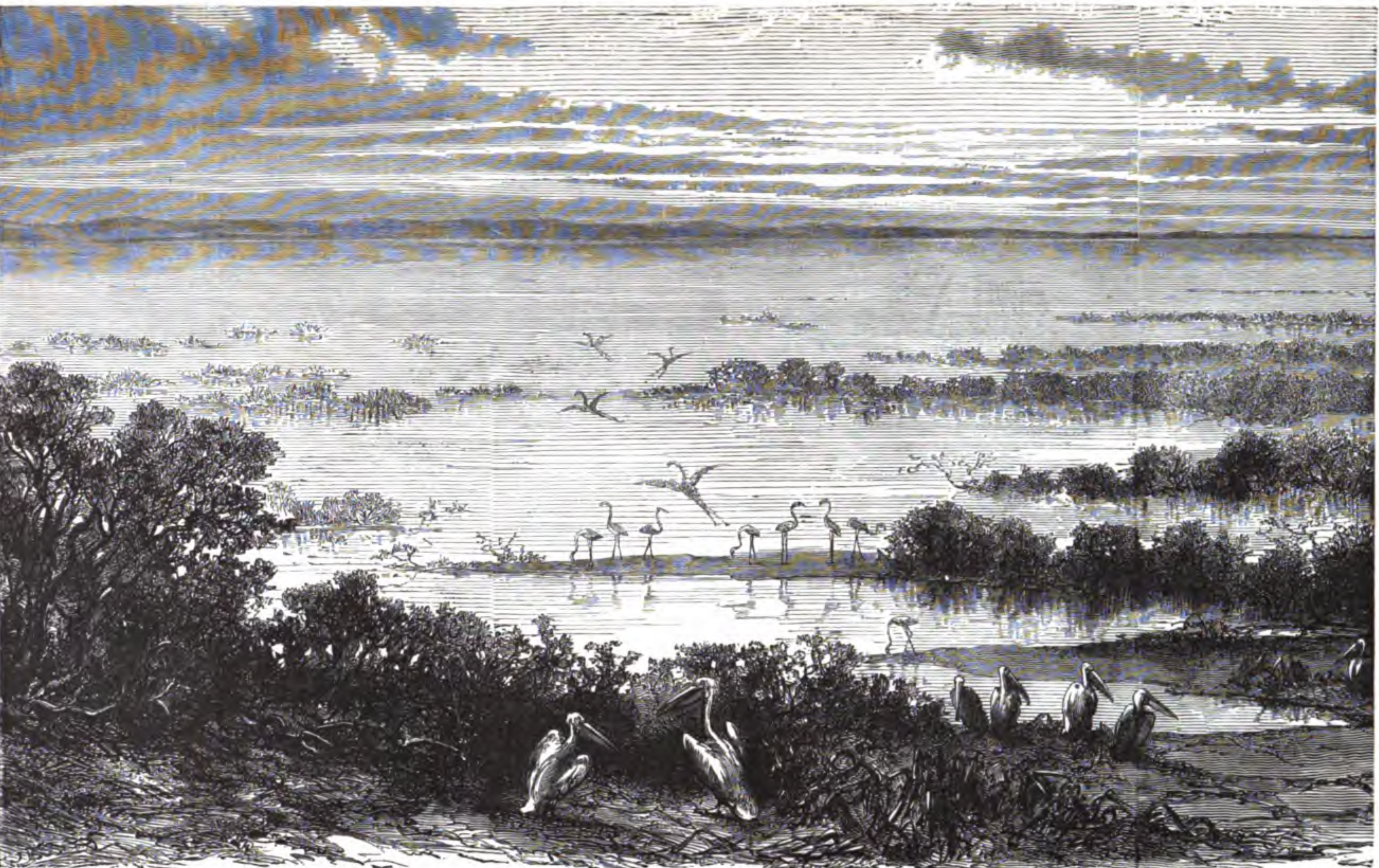
Les travaux à sec avaient également reçu une impulsion vigoureuse sur les divers chantiers au delà du lac Timsah, au *Serapeum*, à Chalouf, à la quarantaine de Suez. Plus de huit mille ouvriers, tous libres et à la tâche, avaient, au moyen de simples plans inclinés, enlevé sur ces divers points plus de trois millions de mètres cubes de déblais.

D'autres améliorations considérables avaient encore marqué cette période. Une seconde conduite d'eau douce, deux fois plus forte que la précédente, venait d'être posée entre Ismaïlia et Port-Saïd, la première conduite étant devenue insuffisante. On avait pris la sage précaution de la relier à la première tous les quatre kilomètres au moyen d'embranchements munis de robinets, de façon à parer à toute éventualité d'accident. Tout le parcours de Port-Saïd était ainsi assuré de deux millions de litres par jour.

Quant à Port-Saïd, c'était, avec Ismaïlia, selon l'expression de M. de Lesseps, « la perle de l'isthme. » Sa transformation, ses facilités d'accès, son avenir plein de promesses y amenaient un mouvement considérable. Chaque mois, vingt-quatre paquebots de toute nationalité y faisaient escale régulière, des agences maritimes y avaient leurs comptoirs; toutes les puissances ayant des nationaux dans l'isthme y battaient pavillon consulaire. Aussi la Compagnie hâtait-elle de tout son pouvoir l'élargissement des bassins, la construction des quais, l'approfondissement du chenal, l'achèvement du port extérieur au moyen de grandes jetées qui devaient se prolonger en mer, l'une pendant mille neuf cents mètres, l'autre jusqu'à deux mille cinq cents mètres.

Ces jetées devaient compter parmi les œuvres capitales de la Compagnie du canal de Suez. Leur construction imposait la solution d'un problème assez compliqué, puisque la contrée ne fournissait aucune pierre, à moins d'en apporter de lointaines distances. On ne pouvait s'arrêter à un pareil moyen; on ne pouvait davantage continuer ce travail en employant les procédés qui avaient pu suffire pour la jetée de Port-Saïd naissant. A cette époque, on avait pu se contenter d'une estacade en bois conduite à quelques centaines de mètres en mer, et dont les vides étaient remplis avec des pierres péniblement amenées des carrières du *Mex*. Des jetées définitives exigeaient un déploiement de forces autrement considérables.

N'ayant point de pierres, on en fabriqua, c'est-à-dire qu'on recourut au procédé employé précédemment pour la digue de Cherbourg, les jetées de Marseille et celles d'Alger. Les frères Dussaud, qui avaient si



La forêt submergée d'El-Ambach, au bord du lac Timsah.

bien réussi dans ces entreprises diverses, furent chargés de façonner par le procédé qui leur était propre les blocs devant former les deux jetées de Port-Saïd.

L'immense avantage de ce système est de fabriquer, avec le sable qu'on a sur place et de la chaux, des pierres d'un cube considérable et d'une dureté égale à celle de la roche la plus résistante.

Le sable retiré du lac Menzaleh était mélangé dans des broyeurs mécaniques avec de la chaux du Theil et de l'eau de mer; en quelques minutes, la masse, intimement mélangée, était coulée dans des moules en bois mesurant chacun dix mètres cubes. De longues files de ces moules s'alignaient sur les bords du canal.

Des ouvriers assuraient à grands coups de pilons et de dames la prise du mortier avec les couches inférieures jusqu'à ce que la matière rasât les bords. A ce moment, on traçait sur le bloc, tout humide encore, son numéro d'ordre.

Au bout d'une quinzaine de jours, le mélange de sable et de mortier avait pris assez de consistance pour permettre d'enlever les côtés mobiles de la caisse formant le moule; mais il fallait encore plus de deux mois de dessiccation pour que la masse eût acquis tout le degré de résistance nécessaire.

Il restait à immerger à l'endroit voulu ces blocs dont chacun pesait vingt tonnes. C'était une opération d'une certaine délicatesse, exigeant des engins puissants et une grande habileté de manœuvre. Chaque bloc, pris à son chantier de séchage, était hissé par une grue puissante sur une plate-forme roulant sur rails et conduit sous une autre grue qui le déposait sur une grande mahonne où il occupait la place précise qui lui était destinée. Quand elle avait reçu son chargement, la mahonne, remorquée par un bateau à vapeur, se rendait sur le point où les blocs devaient être immergés.

La façon de les placer différait avec le degré d'avancement des travaux. Dans la partie cachée sous l'eau, les blocs étaient immergés à la volée; à cet effet, en les plaçant sur la mahonne, les blocs reposaient sur des cales inclinées avec des tasseaux mobiles; un simple encliquetage suffisait à les retenir. Quand le bateau avait atteint la ligne des balises indiquant le tracé de la jetée, les blocs placés sur le pont de la mahonne glissaient tous à la fois sur un signal et disparaissaient en faisant jaillir autour d'eux des gerbes d'eau. La mahonne, dégagée d'un seul coup de son énorme charge, semblait d'abord lancée dans l'espace sur la crête de la vague formée



Le Serapeum, point de jonction du canal maritime et du canal d'eau douce.

par l'immersion, puis précipitée dans un abîme par l'ondulation inverse.

Quand la digue avait atteint le niveau de l'eau, il convenait de prendre plus de précautions; les blocs étaient pris un à un sur le pont de la mahonne et posés au moyen d'une bigue qui, pivotant sur son axe, les plaçait au point voulu.

Il a fallu vingt-cinq mille de ces blocs pour construire les jetées formant à Port-Saïd l'entrée du canal. Chacune d'elles mesure trente mètres à la base et quatre mètres au sommet qui, sur toute la longueur de la jetée, est garni d'un parapet.

L'excellence du système est

telle que c'est à peine si, durant tout le cours de ces opérations et depuis leur construction, quelques-uns des blocs se sont brisés ou même simplement crevassés.

Durant les premières années, la chaux employée pour ce travail venait du Theil, en France. La cherté du produit et celle des transports fit rechercher d'autres points d'approvisionnement. On jeta les yeux sur Santorin, groupe de l'archipel grec bien connu pour sa composition volcanique. Il devint bientôt le centre d'une grande exploitation de pouzzolane destinée à l'isthme.

Les travaux nécessités par cette exploitation ont eu ce curieux résultat d'amener une des découvertes archéologiques les plus intéressantes. En faisant les fouilles, on reconnut que les couches d'éruptions volcaniques successives recouvraient des habitations enfouies depuis un nombre de siècles inappréciable. On se trouvait en présence d'une cité tout entière ayant subi le sort d'Herculanum et de Pompéi à une époque impossible à préciser, et qui reparaissait avec ses habitations et tous les débris d'une civilisation disparue, antérieure assurément à la plus haute antiquité grecque.

IX

LES DERNIERS TRAVAUX

Cependant, grâce à l'énorme rendement des engins mécaniques, l'œuvre du creusement marchait à grands pas. Elle avançait assez pour que, dès le mois de mai 1867, on pût annoncer l'ouverture du canal à la navigation maritime vers octobre 1869. En effet, les cotes de travail portaient à un million trois cent mille mètres cubes par mois les déblais à exécuter pour arriver à la date prévue; or l'on avait tout lieu d'espérer que, grâce à une organisation parfaite et à l'outillage qui fonctionnait, ce rendement allait monter à deux millions par mois.

A la fin de 1867, toute la largeur de l'isthme n'était qu'un vaste chantier; près de dix-huit mille chevaux-vapeur actionnaient les machines de tout genre pour lesquelles on apportait chaque mois plus de douze mille tonnes de charbon; à côté, travaillaient treize mille ouvriers dont la moitié se composait d'Européens.

Jamais, en aucun temps ni dans aucune autre entreprise, on n'avait obtenu des résultats aussi considérables et aussi rapides. Et pourtant l'opinion publique, remuée par quelques opposants de la dernière heure, semblait vouloir se détacher de l'entreprise du canal à propos d'un emprunt nécessaire à l'achèvement des derniers travaux.


Ismaïlia, au bord du lac Timsah.

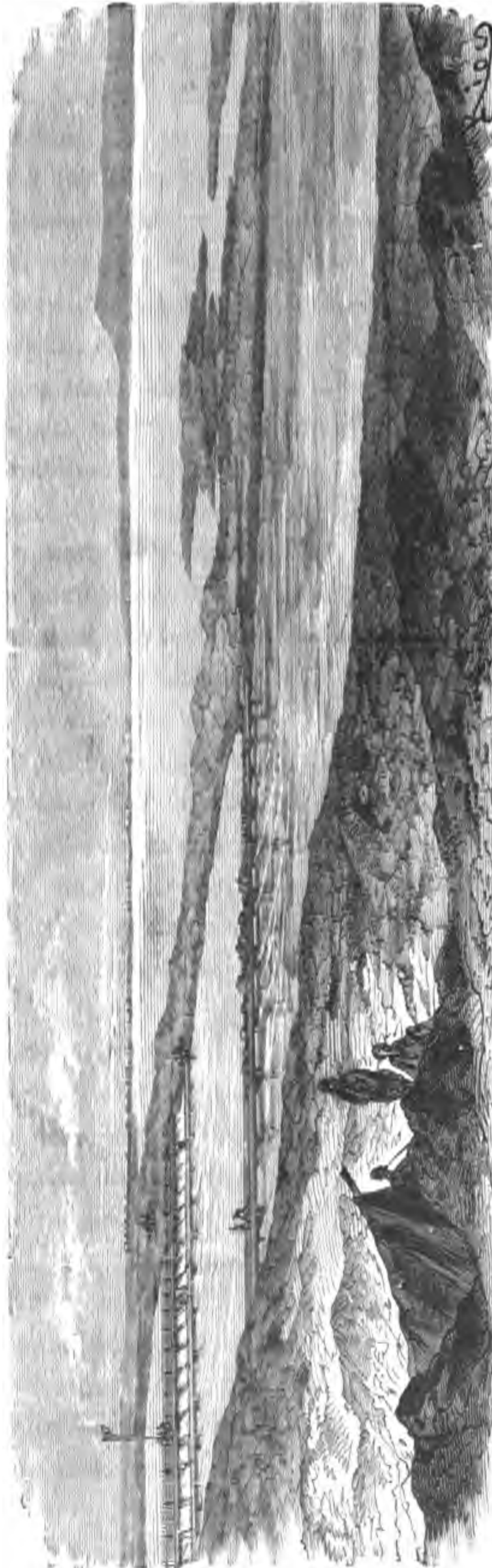
Les clauses du contrat passé par la Compagnie avec le vice-roi ayant été méconnues, les conditions économiques de l'entreprise se trouvèrent par contre bouleversées; les prévisions de dépenses devaient être dépassées par suite aussi de la prolongation des travaux. Une certaine inquiétude régnait alors dans les esprits; on avait eu, d'autre part, à faire face à des emprunts considérables; bref, la Compagnie ne reçut pas du public l'accueil qu'elle espérait. A peine si elle réunit le tiers des sommes attendues.

Pour vaincre cette résistance irraisonnée, M. de Lesseps eut l'idée de recourir à l'appât de gros intérêts servis sous la forme attrayante de lots périodiques.

L'autorisation préalable des deux Chambres françaises, nécessaire à la mise en œuvre de ce projet, fut une circonstance précieuse où la cause de la Compagnie et de son fondateur fut brillamment plaidée devant l'opinion publique. Un revirement se fit dans les esprits; et, quand vint le moment de la souscription, il suffit de quelques heures pour voir absorber par les capitaux, méfiants la veille encore, tous les titres offerts par la Compagnie.

Ce succès financier donna un nouvel essor aux travaux déjà si activement poussés. Les chevaux-vapeur furent portés de dix-huit mille à vingt-deux mille; de nouvelles dragues, de nouveaux excavateurs furent commandés en Europe et construits dans de rapides délais. A peine arrivés, ils étaient montés et employés à l'approfondissement comme à l'élargissement du canal.

A la fin de 1868, les frères Dussaud avaient achevé les jetées de Port-Saïd. Cette ville comptait, outre son avant-port, quatre bassins occupant un espace de cinquante-deux hectares, et dé-



Aspect des lacs Amers.

veloppant plus de quatre kilomètres de quais. Ismaïlia s'édifiait, s'agrandissant dans une position charmante au bord du lac Timsah, devenu l'un des plus beaux ports du monde. Une nouvelle ligne de chemin de fer reliait le Caire et Suez par un tracé différent du premier, désormais abandonné, et qui n'allait pas tarder à disparaître sous les sables du désert. La nouvelle voie suivait le canal d'eau douce, et par un embranchement se dirigeait sur la jeune ville.

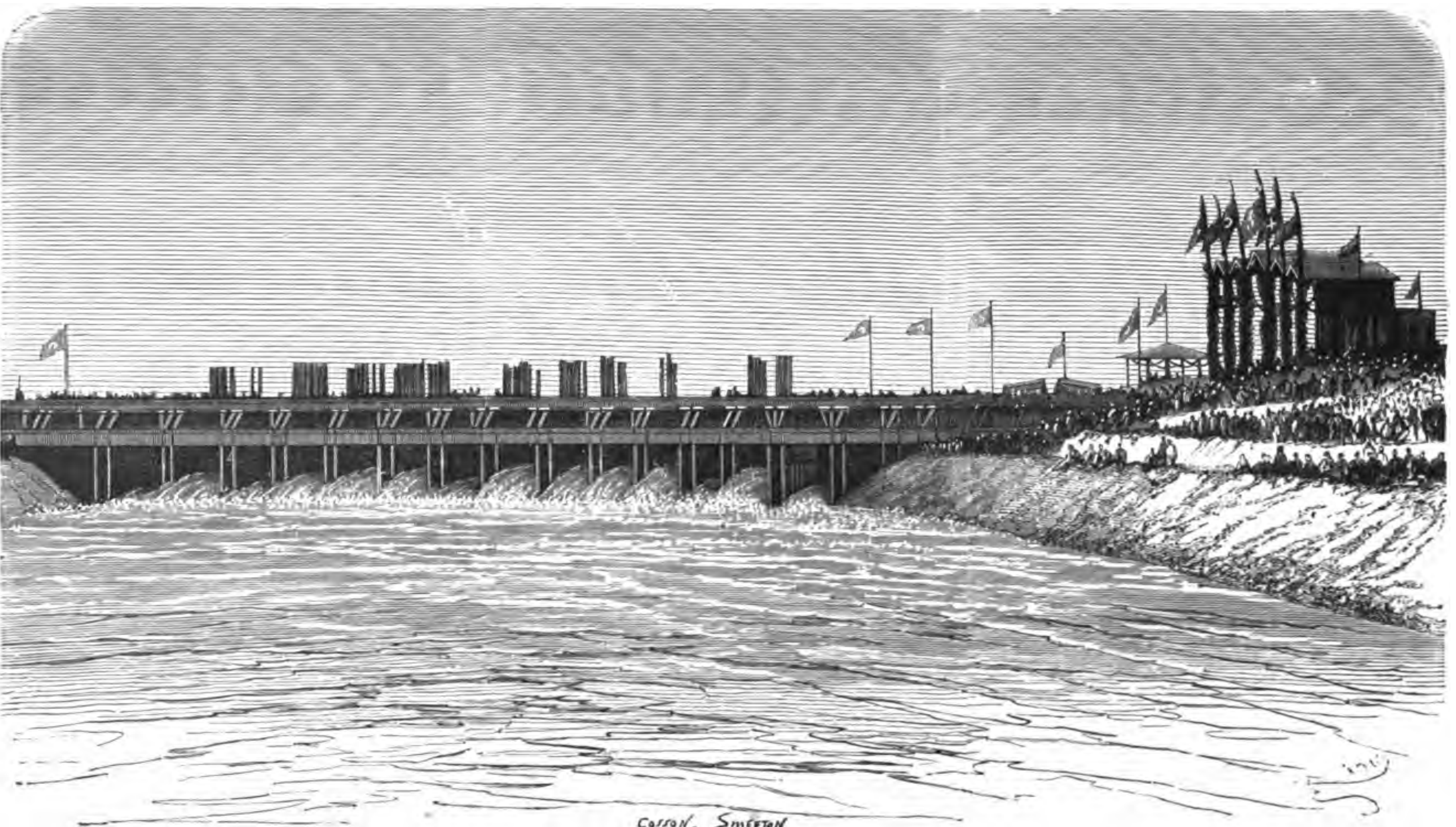
Suez, de son côté, prenait des allures maritimes qu'elle n'avait jamais eues. On y avait exécuté, au débouché du canal maritime, des travaux analogues à ceux de Port-Saïd, tant pour la création de terre-pleins, de bassins et de quais que pour les dragages. On vit accumulés sur ce seul point près de sept mille travailleurs aidés par une vingtaine de plans inclinés et six fortes dragues à long couloir.

Tout le long de la tranchée du canal régnait l'activité la plus grande. La Compagnie organisait le trafic, fixait les règlements de la traversée, se préparait, en un mot, à livrer le canal à la circulation au moment même où le dernier terrassier quitterait la tranchée.

Son entreprise si discutée, si entravée, était devenue, depuis plusieurs mois déjà, un but de voyage pour les curieux, pour les incrédules et pour les hommes d'État qui en voulaient étudier le rôle économique, dont ils pressentaient l'importance. Tous, voyageurs, curieux, désœuvrés ou économistes s'en retournaient frappés d'admiration pour une œuvre dont la pensée de chacun amoindrissait l'importance, et dont ils devenaient dès lors les plus chauds partisans, les patrons les plus convaincus.

Cependant les chantiers se rejoignaient bientôt, ils se touchaient dans la partie située entre les lacs Amers et le lac Timsah. Les bassins du *Serapeum*, alimentés par la dérivation du canal d'eau douce, étaient encore à un niveau supérieur de quatre mètres au chantier de Toussoum, son voisin, dont les machines flottaient sur l'eau venue de la Méditerranée. Il fallait faire communiquer ces deux sections entre elles. On coupa le barrage; en quelques heures la masse d'eau, baissée de quatre mètres, réunissait à la flotte industrielle du lac Timsah les douze grandes dragues et les quarante engins à vapeur du *Serapeum*.

On avait vigoureusement travaillé dans la direction sud du canal. Les lacs Amers, vastes vestiges de l'ancien golfe Héroopolite, desséchés au point d'être fréquemment franchis à pied sec, se trouvaient maintenant traversés dans leur plus grand axe par le chenal maritime. Les bords



Entrée des eaux de la Méditerranée dans la tranchée du *Serapeum*.

de cette dépression allant toujours en déclinant vers le centre, le tracé du canal disparaissait dans les parties profondes : on se proposait seulement de baliser sur ces points la route des navires. Partout où l'on avait dû creuser, les berges se trouvaient saillantes ou plongées sous la ligne d'eau, selon l'abondance des déblais fournis par le tracé de la cuvette tout le long de ce parcours.

Il restait à faire la dernière campagne, qui consistait dans l'importante opération du remplissage des lacs Amers par la Méditerranée et par la mer Rouge. Il fallait opérer la vraie jonction des deux mers.

Chacun comprenait la valeur de cette opération. Le vice-roi Ismaïl-Pacha voulut lui donner une solennité exceptionnelle et montrer, en les examinant en détail, toute sa haute estime pour les travaux entrepris dans l'isthme.

Le 14 mars 1869, la population d'Ismaïlia tout entière se pressait aux abords du chemin de fer pour saluer le khédive, qui venait, au milieu des manifestations les plus enthousiastes, visiter les chantiers du canal.

Pendant les trois jours que dura son excursion, laquelle se poursuivit au milieu des bruits de fête, sous les arcs de triomphe dressés à chaque pas, au milieu des décors heureusement combinés du faste oriental et de l'ordonnancement régulier du goût européen, le souverain d'Égypte ne put que manifester une admiration stupéfaite. Accompagné de tout ce que l'Égypte comptait de représentants étrangers, il eut la satisfaction de faire contempler et de considérer ce spectacle unique qui semblait l'effet d'un rêve : le désert dévorant vaincu et refoulé, la vie apportée au milieu des sables, une province tirée du néant. Et quand son esprit se reportait vers le passé, il voyait sous ses yeux une immense revanche des défaites musulmanes obtenue par une victoire pacifique ; il pouvait croire réalisées les invraisemblables visions de ses prédécesseurs sur la terre des Pharaons.

Cependant tout était préparé à l'extrémité de la tranchée du *Serapeum* pour l'arrivée des eaux de la Méditerranée. Le khédive, monté sur un bateau à vapeur, escorté par une nombreuse flottille, avait complété sa visite en franchissant l'imposante tranchée du *Serapeum*.

Du haut d'une estrade richement décorée, il pouvait apercevoir dans tout son développement le pertuis-déversoir construit pour cette opération du remplissage et, sur la passerelle pavoisée de l'ouvrage, tous les ouvriers chargés de lever les aiguilles s'opposant à l'arrivée de l'eau.

A un signal donné par le prince, la première poutrelle est dégagée.

Un jet s'élance en sifflant par l'ouverture; les autres poutrelles sont levées à leur tour; le jet devient gerbe, puis cascade, et quand les cinq cents aiguilles du barrage, vivement manœuvrées, ont disparu, c'est une immense nappe, un irrésistible torrent qui passe en mugissant et va se perdre au loin, blanc d'écume, vers le centre du bassin des lacs Amers.

A trente-cinq siècles de distance, les eaux de la mer rentraient dans leur lit. Ce jour-là, c'était la Méditerranée qui s'avançait ainsi : quelques jours plus tard, ce devait être la mer Rouge.

Il y eut dès lors un redoublement indicible d'efforts tenant, on peut dire, du vertige. Une émulation sans pareille s'empara des travailleurs opérant sur les derniers chantiers. Nuit et jour les engins les plus puissants mordaient le sol, élargissaient la tranchée, agrandissaient le passage, creusaient la cuvette du canal. Le succès était entrevu comme à la fin d'un jour de bataille, et tous, depuis le chef jusqu'au plus humble, brûlaient du désir d'arriver à la victoire, c'est-à-dire à l'ouverture du canal pour la date annoncée; chacun s'y employait avec un irrésistible élan.

Il s'agissait d'enlever encore cinq millions de mètres cubes entre les mois d'août et d'octobre 1869. L'inauguration était promise pour le 17 novembre.

Si l'on veut se faire une idée approximative du travail que représente ce chiffre de cinq millions, il suffit de le mettre en regard des plus grands travaux de dragage exécutés à notre époque. Il a fallu neuf années pour enlever de la rade de Toulon sept millions quatre cent mille mètres cubes, et trois années pour extraire sept millions de l'embouchure de la Tyne, à Newcastle.

A ce moment, sauf quelques rectifications inévitables dans une aussi colossale entreprise, il ne restait plus qu'à faire pénétrer les eaux de la mer Rouge par le sud des lacs Amers, comme l'on y avait fait pénétrer par le nord celles de la Méditerranée, cinq mois auparavant.

Un simple barrage séparait les deux mers. Pour atténuer les effets de la formidable érosion devant résulter d'un afflux aussi considérable, le pertuis-déversoir de la mer Rouge reçut des dimensions telles qu'il put débiter par jour de dix à douze millions de mètres cubes; en outre, on imposa au torrent ainsi créé un long détour, pour lui faire jeter ses eaux dans celles de la Méditerranée.

Le pertuis nord, déversant quotidiennement de quatre à cinq mil-

lions de mètres cubes, celui du sud donnant de dix à douze millions, les calculs permettaient de voir l'opération du remplissage menée à bonne fin en trois mois.

En cette circonstance Suez eut sa fête, comme Ismaïlia avait eu la sienne auparavant. La cérémonie d'introduction des eaux de la mer Rouge se fit avec le même cérémonial. Et, pour marquer l'importance capitale de cet événement, le lendemain, 16 août 1869, l'administration de la Compagnie du canal maritime de Suez publia officiellement son « Règlement de navigation ».

Le 19 du même mois, il y avait assez d'eau pour qu'un bateau à vapeur pût effectuer la traversée d'une mer à l'autre.

Si immense qu'il fût, le triomphe de M. de Lesseps n'était cependant pas encore complet. Au concert unanime il manquait une voix : celle de l'Angleterre. Mais, pour tardif qu'il fût, l'aveu de la haineuse puissance n'en eut que plus de valeur. Forcés de reconnaître leur erreur et leur inintelligente opposition, la nation anglaise et son gouvernement firent en plein parlement, par l'organe de lord Derby, alors premier ministre, la mémorable déclaration suivante :

« Nous reconnaissons qu'au lieu de nous opposer à la grande création de M. de Lesseps, nous aurions mieux fait de nous y associer. »

X

L'INAUGURATION. — L'EXPLOITATION DU CANAL

Pendant que les derniers travaux de terrassement et de construction s'exécutaient, la Compagnie procédait à l'organisation de ses services d'exploitation et complétait l'intallation du matériel ainsi que des appareils indispensables à la sécurité du trafic. C'était la dernière, mais non la moins importante partie de son programme. Quoique moins saillante aux yeux et moins faite pour frapper l'imagination, elle avait pourtant exigé le concours des hommes les plus éclairés, les plus compétents pour sauvegarder tous les intérêts, pour élucider et mûrir une prodigieuse quantité de questions diverses.

L'éclairage des côtes, sur un parcours de plus de deux cents kilomètres, dut être assuré. Des phares étaient également nécessaires à

l'indication des passes dans les lacs Amers et près d'Ismaïlia. Il fallait baliser le tracé du canal dans la traversée du lac Timsah et des lacs Amers. Des garages étaient indispensables afin d'éviter les rencontres et les abordages. En outre, on devait assurer la surveillance et l'entretien de la voie navigable, installer des bâtiments d'administration, des magasins et des logements sur les points convenables.

Un service météorologique, muni des meilleurs instruments, fut une des premières préoccupations du comité d'organisation; ce service fut, par la suite, d'une grande utilité pour la navigation des deux mers.

En un mot, il y avait lieu d'assurer, jusque dans ses plus petits détails, un fonctionnement des plus compliqués.

Il y avait encore à accorder la vitesse de la traversée avec la conservation du canal. On ne pouvait laisser toute latitude à cet égard; il fallait tenir compte à la fois de la récente exécution des travaux, encore mal protégés par une végétation trop récente, et de la vitesse de propulsion nécessaire pour une bonne manœuvre du gouvernail.

Cette partie du règlement et celle qui regardait le jaugeage des navires fut particulièrement délicate à traiter.

Enfin tout était prêt au jour fixé pour l'inauguration.

Transporté d'un noble orgueil, fier de l'œuvre qui illustrait son règne, le khédive Ismaïl Ier voulut laisser de cette inauguration un souvenir ineffaçable, marquer par des fêtes inoubliables l'hospitalité qu'il se proposait d'offrir au monde entier.

De fait il dépassa, en cette circonstance, tous les rêves de splendeur des contes des ***Mille et une Nuits***. Pendant des semaines entières ce ne fut, dans toute l'étendue de l'isthme, sur toute cette surface naguère encore un désert, que bals, illuminations, festins, parades militaires, feux d'artifice, voyages et excursions à travers la haute et la moyenne Égypte.

Une première catégorie d'invités se composait de souverains ou de membres de familles souveraines : l'impératrice des Français, l'empereur d'Autriche, le prince royal de Prusse, le prince de Hollande arrivaient, escortés chacun d'une suite nombreuse et distinguée.

Tous les journaux du monde avaient envoyé une armée de reporters et de dessinateurs qui tinrent, on peut le dire, l'attention de l'univers entier fixée sur ce point durant cette période unique dans les temps modernes.

De tous les points de la terre des spectateurs accouraient, avides de

contempler cette merveille sans seconde de l'industrie. Depuis un mois, les paquebots débarquaient sans relâche des invités et des curieux.

Dès le 13 novembre, le prince et la princesse des Pays-Bas se rencontraient à Port-Saïd avec le khédive, qu'entourait un brillant état-major. Le 14, M. de Lesseps, accompagné de tous les membres de sa famille, prenait place au milieu de la flotte immense de guerre et de commerce qui remplissait les bassins de Port-Saïd. Le 15, l'empereur d'Autriche, escorté d'une frégate de guerre, faisait son entrée solennelle. Le 16, l'affluence des navires de tout rang et de toute nationalité était considérable dès les premières heures de la journée. Bientôt le prince royal de Prusse faisait son entrée au milieu des salves d'artillerie, et prenait au mouillage la place qui lui était destinée.

A peine était-il installé, qu'on signalait à l'horizon un groupe de plus de vingt navires s'avançant rapidement. C'était le yacht impérial *l'Aigle,* portant à son bord l'impératrice Eugénie, accompagné de navires de diverses nationalités qui, s'étant joints à l'escadre française, escortaient la souveraine. Aussitôt une immense exclamation s'éleva dans les airs, tous les navires pavoisés, tous les équipages, debout sur les vergues, saluèrent l'impératrice tandis que les canons tonnaient de toutes parts, sur la rade et dans le port. Au dire des témoins, cette scène fut d'une indescriptible grandeur, émouvante au delà de toute expression.

Le reste de la journée fut employé par les invités de haut parage à se rendre mutuellement visite.

Le lendemain, une cérémonie religieuse, célébrée à la fois par un évêque catholique et par le grand uléma du Caire, appelait les bénédictions du Ciel sur cette grande entreprise humaine. De brillantes illuminations, des banquets et des feux d'artifice terminaient cette première journée.

L'inauguration réelle était fixée au 17 novembre. Toute la flotte qui avait amené les souverains devait se rendre de Port-Saïd à Suez en franchissant tout le canal.

Dès le matin, à huit heures, suivi comme d'une escorte par plus de cent navires pavoisés, l'*Aigle* ouvrait la marche et s'engageait dans le canal. Tout le long de la route, à Raz-el-Ech, à Kantara, des ornements de feuillage, des arcs de triomphe, des guirlandes de verdure servaient de cadre à la multitude des curieux émerveillés qui s'étaient massés sur les bords du canal pour voir et acclamer cet imposant cortège.

Lorsque la flotte déboucha du canal pour pénétrer dans le lac Timsah,

un spectacle féerique l'attendait. Une multitude de toute couleur, de tous les costumes, s'amoncelait dans les rues de la cité naissante, et, refluant sur les bords du lac, s'était organisée dans des campements d'un pittoresque achevé. Les Bédouins à la fière allure, montés sur leurs dromadaires, les cheiks de village, les Arabes de grande tente au milieu de leur smala venue tout entière, les fellahs, accourus en grandes masses dans les *dahabiehs* du Nil, se trouvaient réunis là, campés tout le long du canal d'eau douce, côtoyant les longues lignes de tentes dressées par ordre du khédive pour les invités européens.

Toute cette multitude, qu'on évaluait à cent mille individus, entraînée par un instinct secret, s'était portée vers le seuil d'El-Guisr, comme pour rendre hommage à la fois aux augustes visiteurs et au promoteur de l'œuvre.

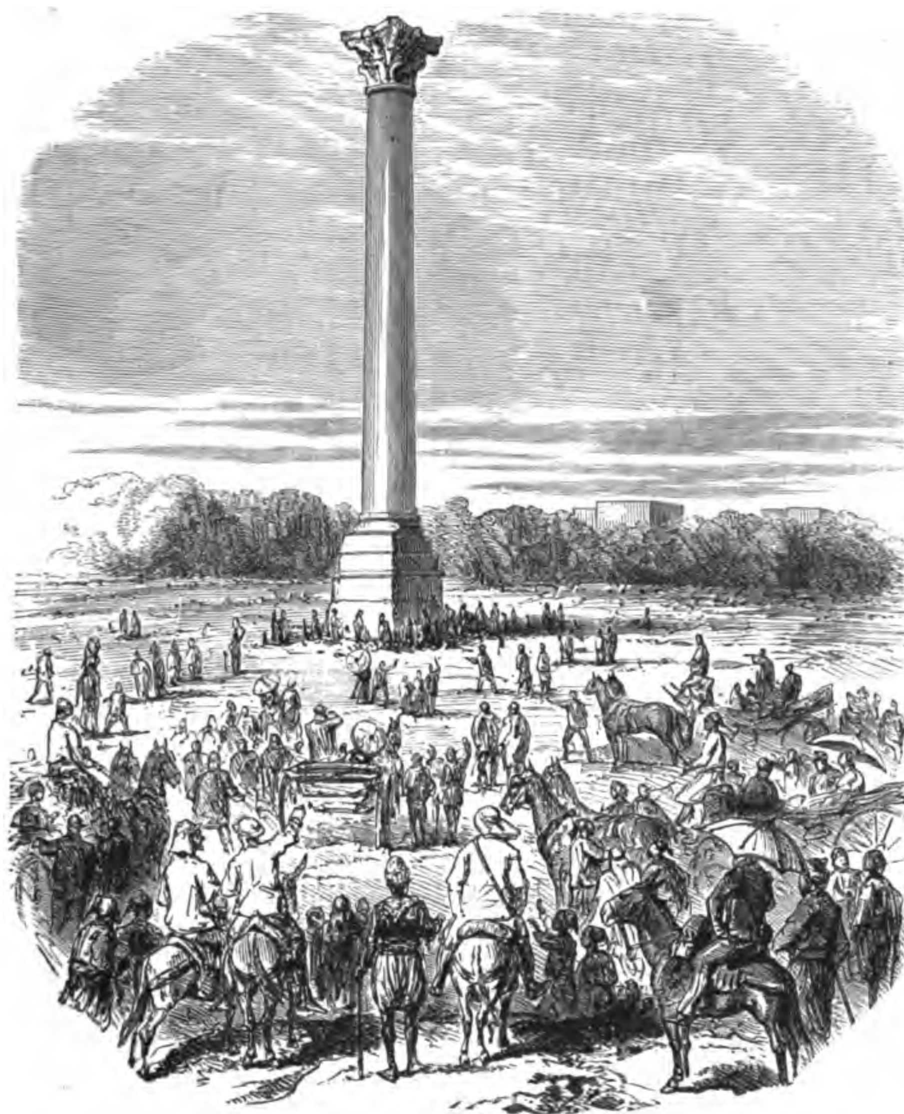
Quand l'*Aigle* apparut, suivi de sa flotte universelle, les vivats les plus enthousiastes éclatèrent dans toutes les langues imaginables. C'était un symbole réel et nullement apprêté de l'union désormais accomplie entre l'Occident et l'Orient.

Le soir venu, ce fut, on peut dire, l'apothéose finale d'une splendide féerie. Au dire de ceux qui en furent témoins, rien ne pouvait donner une idée du spectacle offert par toute cette flotte mouillée dans cette dépression, hier encore lagune desséchée, aujourd'hui l'un des plus beaux ports du monde : de chaque navire, pavoisé, illuminé de lanternes et de feux variés, s'élançaient des gerbes de fusées; des feux de bengale variaient d'une façon fantastique l'effet de ces illuminations; les embarcations de tout genre, scintillant de feux multiples, sillonnaient les eaux comme autant de météores brillants et transportaient de nombreux invités au palais que la Compagnie avait élevé à Ismaïl sur les bords du lac, dans une situation ravissante, et où se donnait un bal qui réunit plus de cinq mille personnes.

Le 19, on continuait l'excursion commencée. Toute la flotte quittait le lac Timsah, franchissait l'immense tranchée du *Serapeum;* puis, après avoir traversé le grand et le petit bassin des lacs Amers, s'arrêtait pour passer la nuit au phare sud des lacs. Par un contraste habilement voulu, le désert entourait de son immense solitude cette flotte qui portait tant de personnages augustes. La nature se déployait dans un calme grandiose et solennel. Le ciel, d'une splendeur insolite, semblait vouloir contribuer à donner un caractère particulièrement majestueux à cette excursion de fête.

Dès le lendemain, avant sept heures, l'*Aigle* reprenait la tête du cortège, et, suivi de sa même escorte, fendait les flots de la mer Rouge avant que midi eût sonné.

Le passage avait été triomphalement franchi. Ce fait considérable fut



Fêtes d'inauguration du canal de Suez. — Visite des invités du khédive à la colonne de Pompée.

solennellement consigné sur le journal de bord du yacht impérial; quelques instants après, cinquante navires de pavillons et de rangs divers étaient disséminés sur la rade de Suez.

Les habitants, habitués pourtant depuis quelques années à des merveilles jusqu'alors inconnues d'eux, ne pouvaient se lasser d'admirer ce résultat, qui leur paraissait irréalisable malgré toutes les assurances

qu'ils en avaient reçu, malgré sa vraisemblance chaque jour plus marquée.

Après une courte réception, le khédive et ses augustes invités prenaient la voie ferrée et débarquaient dans la soirée au Caire, où les attendaient des fêtes d'un éclat tout à fait oriental.

Le yacht impérial reprenait aussitôt la route du canal, qu'il franchissait d'un bout à l'autre en quinze heures seulement, remontait le Nil et venait attendre au Caire l'impératrice Eugénie, qui parcourut ensuite toute l'Égypte ancienne environnée de toutes les splendeurs de la civilisation moderne.

Il en fut de même pour les invités de moindre importance que le vice-roi avait conviés à l'inauguration du canal. Princièrement hébergés, pourvus de tous les raffinements du luxe européen, conduits au pied de toutes les reliques fameuses de la terre égyptienne, leur séjour en Égypte fut absolument la réalisation la plus complète du rêve le plus fantastique. Du début à la fin, ce fut un véritable éblouissement qui laissa à chacun des souvenirs impérissables.

Il fallait une ombre à un si brillant tableau. Le faste déployé en cette circonstance par Ismaïl devait lui créer des embarras financiers considérables. L'inauguration du canal avait occasionné des frais énormes. Pour faire face à ses engagements, le khédive dut faire au plus vite argent de tout.

Les Anglais, dont l'orgueil national avait été vivement froissé en même temps par l'obligation de reconnaître publiquement leur erreur et par le regret qu'ils éprouvaient de n'avoir pas su comprendre à temps l'avenir de cette entreprise, les Anglais surent mettre à profit la situation embarrassée du vice-roi et entrèrent, par un coup de maître, de plain-pied dans l'affaire, sans risques et au même titre que les fondateurs du canal. Ils rachetèrent à Ismaïl les cent soixante-seize mille six cent deux actions qu'il possédait.

Nous verrons en terminant que cette nation ne devait pas tarder à faire tous ses efforts pour expulser ses co-propriétaires et mettre en action ce vers du poète :

> La maison est à moi, c'est à vous d'en sortir,

qui semble trop souvent sa règle de conduite.

Inauguré le 17 novembre 1869, le canal ne cessa plus, à partir de ce

moment, d'être sillonné par des navires de plus en plus nombreux. Deux ans après, il avait été franchi, au cours de l'année, par près de huit cents navires et plus de quarante-huit mille voyageurs ayant acquitté, les uns et les autres, près de neuf millions de droits de passage.

Un pareil trafic, dont l'importance allait grandissant, avait nécessité, pour la perception des droits, l'établissement d'un tarif arrêté de concert avec les puissances étrangères, mais dont quelques points laissaient encore place à des contestations. L'Angleterre ne devait pas tarder à reprendre ses procédés hostiles et à soutenir, sournoisement d'abord, ouvertement ensuite, quelques réclamations dont elle comptait bien profiter pour elle-même. Elle alla jusqu'à faire imposer à la Compagnie, par la force des armes turques, une décision inique, rendue par des juges à sa dévotion, sur le mode de détermination du tonnage.

Néanmoins la souplesse et la ténacité de M. de Lesseps eurent raison cette fois encore des exigences anglaises : un accord survint, en 1876, pour le règlement du tonnage officiel.

A partir de ce moment, le développement du trafic devint tel qu'il fallut songer à des mesures particulières pour se tenir à la hauteur de toutes les exigences et perfectionner l'œuvre dans des délais plus courts que ceux auxquels on avait d'abord songé.

L'on s'occupait de cette importante question lorsque les événements les plus graves vinrent compromettre non seulement ces projets, mais l'existence même du canal.

Le vice-roi Ismaïl n'avait pas su s'arrêter dans cette voie de dépenses exagérées dans laquelle il était entré en offrant à ses hôtes une hospitalité si somptueuse lors de l'inauguration du canal. Chaque jour amenait dans son gouvernement, sous prétexte de civilisation, une nouvelle source de ruine : augmentation de son armée, reconstruction du Caire selon le goût européen, installation de chacun des membres de la famille khédivale dans de riches palais où l'on créait une nuée de fonctionnaires inutiles et coûteux.

Pour subvenir à ces prodigalités, le souverain empruntait à des taux usuraires; il revenait si souvent à la charge, qu'au bout de quelques années il dut s'arrêter. La banqueroute de l'Égypte était imminente, malgré la prodigieuse richesse de cette contrée privilégiée.

Les gouvernements anglais et français se réunirent pour sauvegarder les intérêts de leurs nationaux, lesquels formaient la majeure partie des

créanciers du khédive. On unifia la dette égyptienne; un contrôle anglo-français fut organisé sur les finances; des garanties furent fournies par l'abandon d'une partie des revenus de l'État.

Ce système, bien que fonctionnant parfaitement, irritait profondément Ismaïl, qui, voulant écarter toute contrainte, se mit en lutte ouverte avec les fonctionnaires anglais et français. Les choses en arivèrent à ce point que, poussé par l'Angleterre, le sultan rendit un firman qui dépossédait Ismaïl, lui donnait son fils Tewfick pour successeur et enlevait au gouvernement du vice-roi certains privilèges concédés à la suite de l'ouverture du canal.

Mais le jeune vice-roi, mal préparé à remplir un rôle exigeant une grande fermeté, ne put ni arrêter les désordres financiers, ni empêcher l'armée des fonctionnaires mécontents de former un parti dit « national », dont le but était d'échapper à toute contrainte gouvernementale. Une révolte militaire, conduite par Arabi Pacha, colonel égyptien, éclatait au commencement de 1882.

En présence de cette insurrection contre l'état régulier, l'Angleterre et la France envoyèrent leurs flottes sommer les révoltés. On répondit par un massacre des chrétiens à Alexandrie.

Il aurait fallu agir; on négocia. De son côté, la France, plongée en pleine crise politique, crut plus conforme à ses intérêts de confier à l'Angleterre seule le soin de rétablir l'ordre par l'intervention armée.

Ce fut une lourde faute dont l'Angleterre sut profiter habilement de façon à exclure l'influence française des affaires égyptiennes pour de longues années et à s'assurer dans ce pays une position lui permettant de tenter encore une fois de mettre la main sur le canal.

Maîtresse d'agir, l'Angleterre employa la force brutale dans des proportions dépassant tout ce qu'on pouvait supposer d'elle. Alexandrie fut bombardée avec une cruauté dont on gardera longtemps le souvenir sans pouvoir y trouver une excuse. Les troupes d'Arabi, mal commandées, soudoyées secrètement, furent battues. Arabi, leur chef, qu'on accusa, non sans de graves présomptions, de s'être vendu à l'ennemi, fut fait prisonnier et envoyé en exil avec une opulente dotation. Peu après, le khédive rentrait au Caire.

Mais pour arriver à de pareils résultats, les Anglais n'avaient pas craint, au mépris de tous les droits, de toutes les conventions internationales, de se servir du canal pour transporter leurs troupes et leur matériel de guerre. Malgré les plus énergiques protestations des agents

de la Compagnie, ils avaient interdit le passage à tous navires autres que les leurs, s'étaient emparés du matériel de navigation, avaient coupé le télégraphe exclusivement employé au service du canal.

Ils avaient été jusqu'à s'emparer de Port-Saïd, dont la population désarmée était incapable de se défendre, et l'avaient occupé militairement. Malgré les assurances les plus formelles de calme, ils ont envahi Ismaïlia, remplissant la petite ville de coups de feu, tirant sur les habitants inoffensifs, chassant de leurs demeures les femmes et les enfants, prenant des otages, agissant, en un mot, comme des vainqueurs sauvages à l'égard de belligérants.

Grâce à l'attitude énergique de M. de Lesseps en ces graves circonstances, le canal fut sauvé. La navigation, interrompue sur l'ordre des officiers anglais, fut rétablie au bout de quelques jours.

Mais ces faits de résistance à la force brutale, vaincue par la seule force morale, avaient de nouveau soulevé en Angleterre une vive agitation contre la Compagnie de Suez. L'on avait pu en même temps trop bien apprécier l'immense avantage d'être maître d'une pareille voie de communication. Il y avait là une tentation à laquelle il ne fallait pas demander à l'Angleterre de savoir résister. On prit prétexte des quarantaines que la présence du choléra en Orient imposait aux navires voulant franchir le canal. Les Anglais prétendaient s'en exempter. En même temps, afin de former un corps de griefs contre la Compagnie, ils réclamaient l'amélioration du canal et une diminution des taxes.

Ils prétendaient imposer à la Compagnie des frais considérables pour la commodité de leurs navires en même temps que des réductions de ressources.

L'agitation entretenue habilement en Angleterre fit échouer une entente préalable conclue entre la Compagnie et les armateurs; puis on travailla l'opinion publique pour amener le gouvernement ottoman à autoriser, contrairement au firman de concession, l'ouverture d'un nouveau canal.

Tant d'agitation devait pourtant finir par se calmer. A force d'habileté, de négociations adroites, à force aussi de fermeté, une entente s'est produite entre la Compagnie et ses adversaires les plus acharnés.

Le principe d'amélioration ne faisait point question pour elle, puisqu'elle travaillait à sa mise en œuvre lorsque survinrent les événements de 1882. Il restait seulement à déterminer sous quelle forme ces décisions recevraient leur application. Devait-on construire un canal paral-

lèle, devait-on doubler le canal actuel par un élargissement du chenal, ou bien allier les deux systèmes suivant les points à traverser?

Des études approfondies ont fait adopter la solution de l'élargissement pur et simple. En même temps, la profondeur d'eau doit être successivement portée à huit mètres cinquante, puis à neuf mètres.

Lorsque ces améliorations auront été exécutées, le canal se trouvera en mesure de recevoir les plus grands navires modernes.

Disons, pour conclure, que ce serait une erreur de croire que le canal de Suez n'est autre chose qu'une entreprise commerciale.

Les résultats amenés par cette œuvre sont multiples et considérables.

Au point de vue économique, il suffit de rappeler les immenses avantages retirés par le commerce d'une route abrégeant parfois des deux tiers la distance entre des points commerciaux, les diminutions de frais et de fatigue pour les voyageurs, la multiplicité des voyages accomplis par le même navire, ce qui amène un abaissement considérable de frais généraux dans la navigation.

Au point de vue politique, les relations avec l'extrême Orient ont pris un développement et un caractère inespérés. Laissant de côté les incidents militaires si malheureux de ces dernières années, l'on peut dire que, grâce au canal de Suez, le Japon, l'Indo-Chine, la Malaisie, l'Australie, l'Océanie subissent chaque jour davantage l'influence de la civilisation européenne. La Chine elle-même, si obstinément fermée, est contrainte de livrer accès dans ses provinces.

Au point de vue religieux, des résultats manifestes se sont produits. Le monde musulman emploie largement la voie de Suez pour se rendre à son pèlerinage vénéré de la Mecque. De longs convois de barques chargées de pèlerins sont remorquées chaque année, à l'aller et au retour, d'un bout à l'autre du canal. Le fanatisme intraitable des mahométans s'adoucit peu à peu par ce contact forcé avec des chrétiens. Les missions catholiques ont pu multiplier l'envoi de leurs apôtres. Grâce au canal de Suez, l'Afrique est pénétrée par eux sur des points d'une attaque plus facile. L'extrême Orient, mis à même de mieux les apprécier, appelle en plus grand nombre nos religieuses et nos prêtres. Ils y rencontrent, il est vrai, quelquefois le martyre; mais ils y échappent du moins aux mesquines persécutions de nos gouvernants.

L'agriculture, le climat, l'aspect de la contrée ont également éprouvé les heureux effets du percement de l'isthme.

Non seulement la vallée de Gessen a été remise en culture, mais la

zone cultivable s'est étendue dans un plus large rayon. De splendides récoltes de tout genre s'échelonnent sur tout le parcours du canal d'eau douce, de Zagazig au lac Timsah et du lac à Suez. Il est question d'opérer de vastes dessèchements dans le lac Menzaleh et de rendre productives de vastes surfaces couvertes d'une mince nappe d'eau sur des fonds formés par les limons accumulés du Nil.

La dépression de Timsah, marécage malsain avant le canal, est maintenant une nappe liquide de dix-huit kilomètres de tour dans laquelle reposent constamment soixante-quatre millions de mètres cubes d'eau. En y joignant la surface des lacs Amers, égale à celle du lac de Genève, l'on a une masse d'eau qui fournit à l'atmosphère une humidité suffisante pour avoir sensiblement modifié le climat de l'isthme. La température torride qui la caractérisait se trouve non seulement supportable, malgré le voisinage de la mer Rouge, mais encore très tempérée dans le voisinage des amas d'eau.

Enfin l'aspect de ces contrées désolées s'est modifié complètement. La végétation s'est installée dans ces plaines brûlées; les nomades se sont fixés; des centres de population se sont formés, non seulement aux points principaux du canal, mais à tous les endroits de son parcours où les nécessités du service ont établi des employés de la Compagnie.

En un mot, le canal de Suez a été un bienfait pour l'Égypte, pour les puissances européennes, pour le monde entier, pour la civilisation.

LE PORT D'ANVERS

Si l'on voulait rechercher, parmi les ports d'Europe, celui qui occupe le premier rang par l'étendue de ses transactions, par le nombre ou par la dimension de ses bassins, nul doute qu'il faudraït nommer celui de Londres. Sa situation, son commerce, sa prépondérance le placent en tête non seulement de l'Angleterre et de l'Europe, mais même du monde entier. New-York, malgré toute son animation et son développement, ne l'égale pas encore. Mais si l'on veut examiner sur quel point du continent européen le mouvement maritime a progressé davantage, quelle ville a su prendre l'essor le plus rapide et le plus considérable tout à la fois, Anvers et son port apparaissent comme présentant incontestablement cette double condition.

Nulle situation non plus ne se prête davantage à un facile et prompt développement de richesse. Placée à vingt lieues de l'embouchure de l'Escaut, dans un endroit où le fleuve mesure plus de six cents mètres de large, Anvers offre maintenant aux navires qui l'abordent un port d'une sécurité absolue, n'ayant jamais moins de dix mètres d'eau à marée basse. Les plus grands navires peuvent accoster à ses quais et décharger leurs marchandises dans les wagons qui les conduisent directement sur tous les points de l'Europe continentale.

Il n'en fut pas toujours ainsi. La prospérité actuelle, image agrandie de celle qui fit cette ville si belle, si riche, si peuplée jusqu'à ces jours de deuil, a eu de longues interruptions. Le déclin commença lors de la domination espagnole. Le gouvernement despotique du duc d'Albe en éloigna la population riche ; le sac de la ville, en 1576, le siège pro-

longé qu'elle soutint ensuite contre le duc Alexandre de Parme en 1583, puis sa reddition, réduisirent la ville à cinquante-cinq mille habitants au lieu des cent vingt-cinq mille qu'elle comptait à l'apogée de sa gloire.

A cela vint se joindre la perte de la navigation de l'Escaut, qui fut livrée aux États du Nord, lors de la formation des Provinces-Unies, en 1609. Le désastreux traité de Westphalie acheva sa ruine.

Ce magnifique port se trouva ainsi condamné à mort par toutes les puissances qui convoitaient ce riche morceau : ne pouvant se le partager, elles ont préféré qu'aucune d'elles ne pût jouir de sa possession; si bien que la grande cité était réduite à quarante mille habitants en 1790.

Cependant, en rendant libre la navigation de l'Escaut, le traité de 1795, qui concluait la paix entre la Hollande et la république française, replaçait Anvers dans des conditions où elle pouvait espérer une nouvelle vie.

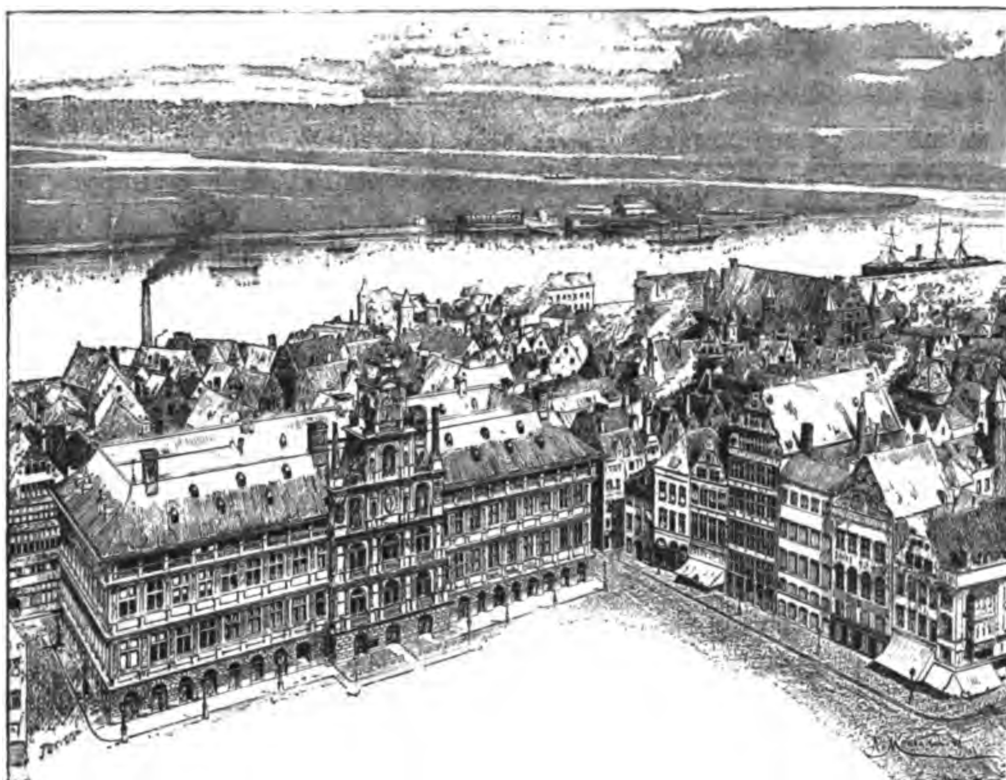
Avec cette sûreté de coup d'œil que ses thuriféraires comparaient au regard de l'aigle, Napoléon Ier, qui savait aussi être à l'occasion un grand économiste, comprit bien vite le parti qu'on pouvait tirer de sa situation topographique, de son port, le plus sûr du monde. Il décréta Anvers le premier port de guerre de l'ouest de l'empire. Il y fit creuser le *grand* et le *petit bassin,* et fit surtout construire ces magnifiques quais si animés, que les travaux de ces temps derniers ont encore allongés, développés et transformés.

La chute de Napoléon arrêta l'essor que prenait Anvers; et jusqu'au moment où la révolution de septembre 1830 arracha la Belgique au joug de la Hollande, celle-ci s'appliqua à étouffer ces velléités de résurrection dans la crainte de porter ombrage à Amsterdam, sa rivale maritime.

Le premier soin de Léopold Ier, en montant sur le trône, fut de favoriser le développement du magnifique port rendu à son pays. Il continua les quais primitifs, dont il ne reste plus que quelques traces. Ces travaux durèrent sept ans.

Chose bizarre, les terrains le long de l'Escaut n'avaient aucune valeur à cette époque; par suite des emprises considérables faites sur le fleuve, la ville était menacée d'en garder pour compte une étendue considérable. L'administration urbaine prit alors une décision inconnue jusque-là dans l'histoire de la propriété foncière : elle décida d'accorder à ceux

qui construiraient sur ces terrains une prime par mètre superficiel de construction, à la condition que les bâtiments auraient au moins douze mètres de profondeur, depuis le mur de façade sur le quai. Aussitôt les amateurs se présentèrent et couvrirent tout le parcours de cette promenade d'une multitude de baraques et de maisons légères, presque toutes à l'usage de guinguettes, d'estaminets, de tavernes et d'hôtels cosmopolites.



Vue panoramique d'Anvers, prise de la place Verte, dans la direction de l'hôtel de ville, du Steen et de la Tête de Flandre.

Cependant les affaires d'Anvers prospéraient et obligeaient à reporter vers ces nouveaux quartiers tout le mouvement maritime, à l'étroit, étranglé dans la vieille ville. Le ***Werf,*** nom sous lequel avait été baptisé ce côté de l'Escaut, devint promptement le lieu préféré des flâneurs, attirés par l'animation du port, par la fraîcheur des brises soufflant du large, par l'ombrage des arbres touffus s'étendant tout le long du fleuve, par l'instinctif attrait du spectacle de l'activité humaine poussée à son plus haut point et se déployant dans un cadre magnifique. Chaque jour les infimes constructions du début disparaissaient pour faire place à quelque entrepôt, à quelque magasin. C'est ce qui explique l'effet

bizarre, choquant, produit sur l'étranger qui aperçoit pour la première fois ces constructions hétérogènes, heurtant l'œil par l'inégalité de leurs lignes et la discordance de leur architecture.

Enfin, en 1863, le rachat des droits de péage sur la partie hollandaise du fleuve contribua plus efficacement encore à la fortune du port d'Anvers.

Dès lors aussi l'extrême développement de son commerce mit en pleine lumière l'insuffisance de son outillage commercial. En 1864, un mètre de quai devait suffire aux manutentions résultant d'une jauge de deux cent trente-sept tonneaux; en 1876, par suite de l'accroissement formidable du mouvement maritime, cette proportion était montée à trois cents tonneaux. Il en résultait un encombrement extrême, fort apprécié par les amateurs de pittoresque, mais fort gênant et qui menaçait d'arrêter et même de détourner le courant commercial d'Anvers. Des navires venus pour décharger leur cargaison restaient des semaines et des mois entiers mouillés au milieu du fleuve avant de pouvoir trouver une place dans les bassins ou le long du Werf toujours encombrés.

L'état des choses était devenu tel que le bourgmestre de Wael, exposant la situation à la Chambre des représentants de Belgique, pouvait affirmer que le tonnage était, par mètre de quai, quatre fois plus fort qu'à Liverpool.

Malgré les développements successifs de ses bassins, le commerce étouffait dans des limites devenues trop étroites. Pourtant les améliorations n'avaient pas manqué depuis bientôt trente ans. En 1856, on avait ouvert à la fois le bassin du *Kattendyk* et le bassin bas qui le précède; en 1864, le *bassin aux Bois* s'ouvrait à l'angle oriental du premier; en 1869, on avait doublé, vers le sud, l'étendue du Kattendyk et on l'avait fait communiquer avec le *grand bassin;* l'année 1873 avait donné tout ensemble au commerce le *bassin de la Campine,* le *bassin du Canal* et un agrandissement considérable du bassin aux Bois; enfin 1880 avait amené un second agrandissement, vers le nord du Kattendyk.

Malgré toutes ces améliorations, la situation n'était plus tenable. Il fallait aviser sans retard.

De concert avec l'État, la ville résolut les immenses travaux qui furent inaugurés solennellement en juillet 1885, en même temps que s'ouvrait l'exposition universelle d'Anvers. Les terrains de la ville ne pouvaient plus guère fournir qu'un ou deux bassins de plus: ce fut le fleuve lui-



Les bassins d'Anvers avant l'agrandissement.

même qu'on décida de transformer en un port sans égal, en le bordant de quais depuis avant l'arsenal jusqu'au tournant d'Austruwel.

Ces gigantesques travaux, pour lesquels on a dépensé plus de cent millions de francs, mettent désormais Anvers hors de pair avec ses concurrents, et permettent à son commerce d'envisager sans crainte toute l'extension qu'il est encore appelé à recevoir.

A cet effet, on a abattu une grande partie du *Werf;* les quais anciens, rentrants ou sortants de la ligne droite, ont été redressés. Les vieux canaux, chers aux amateurs de pittoresque, mais source de miasmes pestilentiels, ont été comblés. Toutes les constructions hétéroclites de 1830 ont été mises à bas pour faire place à un quai unique, large de cent mètres et formant à toute la ville, sur une longueur de trois kilomètres et demi, une bordure incomparable dont le seul tort est de masquer l'aspect de la vieille cité.

L'exécution de ce quai semblait défier l'habileté des ingénieurs par la nature des difficultés à vaincre. L'une des principales était le fleuve lui-même. A Anvers, l'amplitude moyenne de la marée est un peu supérieure à quatre mètres; on l'a vue s'élever jusqu'à près de sept mètres, le 31 janvier 1877. Le volume d'eau que chaque flux fait passer à travers le port est évalué à cinquante-cinq millions de mètres cubes. Cette énorme masse liquide se meut avec une vitesse de un mètre quatre-vingt-dix centimètres à la seconde.

Il fallait opposer à une pareille source de force une résistance suffisante. Pour y parvenir, on a établi les fondations des nouveaux quais à une profondeur de huit à douze mètres au-dessous de la basse mer, tandis que leur couronnement s'élève à six mètres soixante-cinq au-dessus des cotes de marée basse ordinaire. Des dragages habilement pratiqués maintiennent toujours à leur pied un fond de huit mètres qui permet aux plus forts navires d'aborder à toute heure de la marée.

Ce beau travail a été assis sur le sol résistant sans interposition de charpente.

Il a comporté l'emploi de trois cent soixante-quinze mille mètres cubes de maçonnerie de briques et de béton, plus vingt-cinq mille mètres cubes de maçonnerie en pierre de Soignies, pour le couronnement des quais. Les dragages, les terrassements ont fait remuer plus de deux millions et demi de mètres cubes.

Le mur de quai compte une hauteur de quatorze mètres soixante-

cinq et se compose de briques de Boom avec revêtement en pierre de Soignies. A sa base, il mesure sept mètres d'épaisseur et deux mètres à sa partie supérieure. Du côté de l'Escaut, il présente un front de un mètre vingt, depuis le couronnement jusqu'au niveau de la base, sur la fondation proprement dite; le niveau supérieur de cette fondation est établi invariablement à huit mètres au-dessous des marées basses. La fondation proprement dite a une base de neuf mètres et plonge, selon les circonstances, jusqu'à douze et parfois treize mètres.

Le mur étant très profond du côté du bassin du Kattendyk, il a fallu le renforcer de trois contreforts.

Le fond sablonneux du fleuve, la vitesse du courant et des fortes marées ont conduit, pour l'exécution de ce travail, à l'emploi d'un système composé de caissons métalliques à air comprimé, d'un batardeau mobile avec échafaudage flottant.

Chaque caisson comportait une chambre de travail et cinq cheminées en tôle servant à la descente des ouvriers, au passage des matériaux et des déblais, à l'introduction de l'air comprimé.

Le batardeau mobile était une grande caisse en tôle du poids de deux cents tonnes. Sa partie inférieure était munie d'une galerie circulaire extérieure dans laquelle on pénétrait au moyen de cheminées munies de sas à air. Cette galerie avait pour objet de permettre de déboulonner sous l'eau le caisson une fois foncé et de le séparer du batardeau qui l'avait abrité.

L'échafaudage flottant servait à la manœuvre des caissons et du batardeau. Il se composait de deux solides bateaux en fer surmontés de fermes contreventées, réunies par la tête et par les deux bouts à une hauteur de treize mètres au-dessus de la flottaison. De ces fermes tombaient de fortes chaînes qui tenaient le batardeau suspendu dans l'espace libre entre les deux bateaux. Des appareils de levage, d'une puissance exceptionnelle, permettaient de monter et de descendre à volonté cet engin pesant.

Quand la place destinée à recevoir un caisson était draguée, l'on remorquait celui-ci près de l'échafaudage flottant et on l'amenait sur le batardeau suspendu entre les deux bateaux; on abaissait le batardeau et on le boulonnait avec le caisson. Grâce à l'abri du batardeau, la maçonnerie à établir sur le caisson s'élevait avec la plus grande facilité jusqu'à ce que le caisson fût lesté du poids nécessaire. Lors-



Port d'Anvers : les bassins et les nouveaux quais au tournant d'Austruwel.

qu'elle était près de toucher le fond, cette masse, dont le poids pouvait atteindre deux mille tonnes, était mise dans l'alignement des quais, puis amarrée. La maçonnerie était continuée jusqu'à la hauteur voulue pour émerger une fois le caisson foncé. Quand on était arrivé à ce point de l'opération, l'eau était introduite dans le batardeau, dont le poids s'accroissait d'autant. Enfin, au moyen de l'air comprimé, on procédait au déblayage du caisson jusqu'à ce que la masse eût trouvé un terrain solide pour se poser.



Port d'Anvers : l'ancien *Werf* transformé.

La nature des déblais se prêtant admirablement à cet emploi, l'on se servit d'éjecteurs pour les fouilles à faire au fond des caissons.

Ces appareils, alors nouveaux, se composent de deux tubes; l'un permettant l'accès de l'eau sur les matières à extraire, l'autre servant à la sortie des déblais. L'eau est projetée sur les terres à expulser et les délaye; quand elles sont suffisamment diluées, on suspend l'arrivée de l'eau; une valve tenue fermée jusque-là s'ouvre à l'extrémité du tuyau de sortie, et les matériaux montent dans ce conduit, refoulés par la pression de l'air comprimé qui emplit le caisson. Dans des conditions aussi favorables que celles du lit de l'Escaut, on peut

faire aisément deux mètres cubes de déblai par éjecteur et par heure.

Quand le sol était établi, on procédait ainsi que dans toutes les opérations de ce genre, c'est-à-dire qu'on remplissait de béton la chambre à air et qu'on démontait successivement les cheminées et les sas à air. On déboulonnait ensuite le batardeau en s'introduisant dans la galerie circulaire, ou de l'air était insufflé. L'appareil était remonté au moyen de chaînes de levage, et fixé plus loin à un autre caisson.

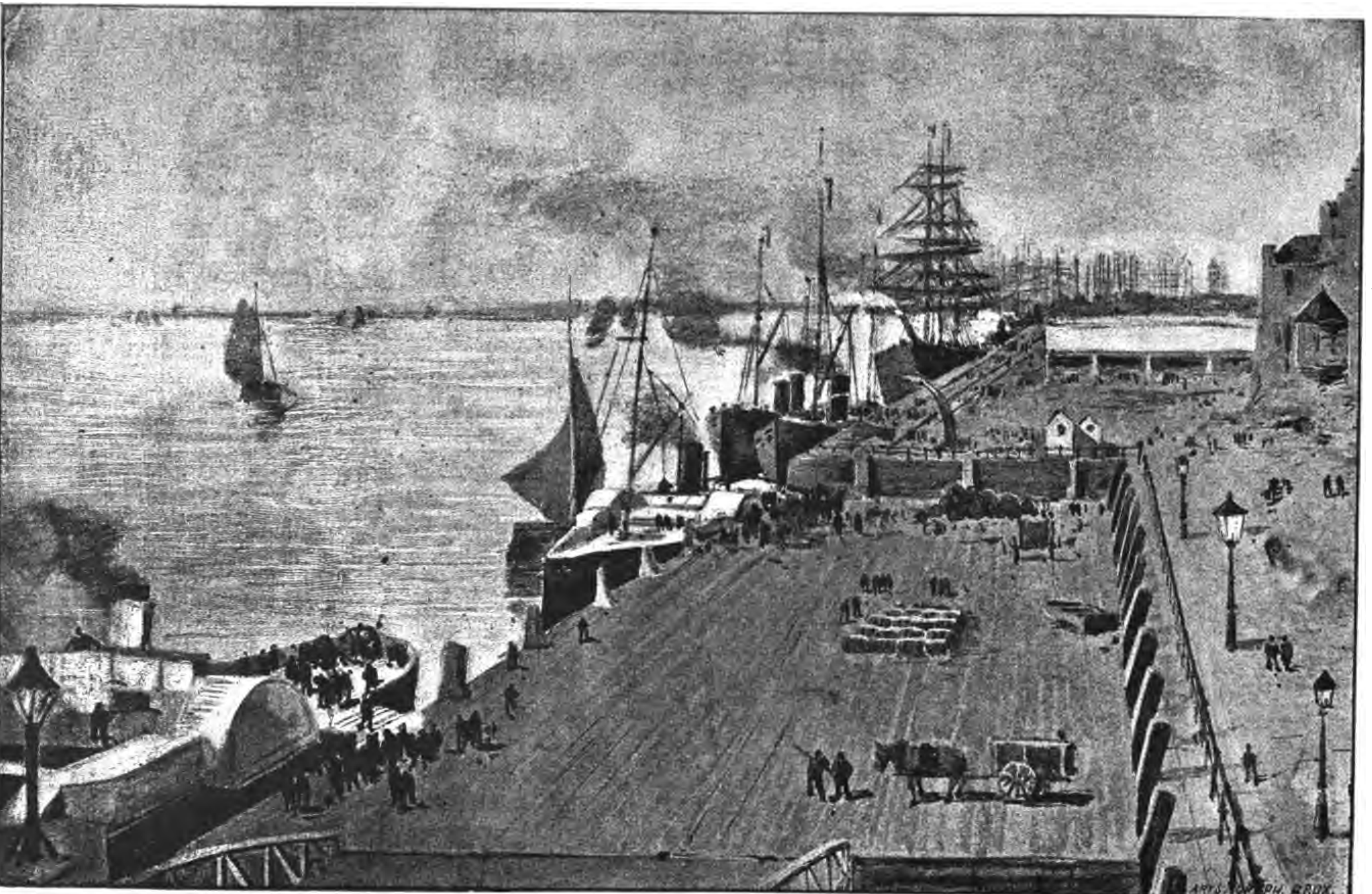


Port d'Anvers : les nouveaux quais près de l'arsenal.

Chacun des caissons avait une longueur de vingt-cinq mètres et se trouvait séparé du suivant par une distance d'un mètre, qui représentait la largeur de la galerie entourant le batardeau. Ce vide était comblé au moyen de béton que l'on coulait, entre deux panneaux de bois mobiles, jusqu'à hauteur de marée basse.

L'admirable complément fourni par ce grand travail du port d'Anvers donne à cette place un rang des plus élevés dans le commerce maritime. Cette ville se trouve posséder actuellement, outre le port formé par l'Escaut même, quelque chose comme plus de quarante et un hectares de bassins, où peuvent mouiller d'innombrables navires. Ces bassins sont maintenant entourés de quais spacieux et commodes, offrant un développement de six mille cinq cents mètres.

Tandis que les quais anciens sont étroits et n'offrent au décharge-



Les nouveaux quais d'Anvers devant le *Steen*.

ment des navires qu'une bande de vingt mètres, on s'est appliqué à donner à ce complément nécessaire de tout bassin des dimensions toujours croissantes; les quais actuels ne mesurent pas moins de cent mètres de largeur. La prédominance croissante des navires à vapeur, l'augmentation de leur tonnage, la nécessité d'opérer rapidement le chargement et le déchargement des cargaisons ont conduit à ces dimensions.

En effet, d'après les hommes les plus compétents dans ces questions, un vapeur qui peut utiliser trois écoutilles munies de treuils à vapeur et qui se trouve desservi par des grues, sur le quai, est en mesure de mettre à terre, en trente-six à quarante heures, à peu près deux mille huit cents balles de laine, qui restent sur le quai pendant la durée du déchargement. Le même navire doit y trouver simultanément la plus grande partie de la cargaison devant remplacer celle qu'il débarque. On peut admettre que les deux mille huit cents balles de laine occupent une surface d'autant de mètres carrés et que le chargement à prendre exige une étendue égale. Ce navire doit donc pouvoir disposer d'une superficie de quai s'élevant à cinq mille six cents mètres. Si sa longueur, comme cela se voit maintenant chaque jour plus fréquemment, est d'environ cent mètres, il devra trouver au droit de soi une zone profonde de cinquante à soixante mètres, à laquelle il faut ajouter l'espace nécessaire à l'emplacement des grues, aux voies ferrées, à la chaussée et aux trottoirs.

On voit donc que les ingénieurs du port d'Anvers, en fixant de pareilles dimensions, se sont rendu un compte strictement exact des besoins d'un commerce de grande importance.

Les magnifiques agencements du port sont encore complétés par des gares multipliées et par le grand nombre de voies ferrées qui sillonnent les alentours des bassins. Il n'y a pas moins de soixante-dix kilomètres de rails unissant le port aux six gares de la ville et permettant aux wagons et aux locomotives de circuler librement à travers les dépendances des bassins et des entrepôts.

Si à cet appareil général on ajoute un outillage hydraulique d'une prodigieuse puissance pour la manœuvre des ponts et des écluses, pour la mise en action des grues colossales, — dont une, principalement, soulève des poids de cent vingt tonnes, — pour le halage des navires, on ne sera plus étonné de voir Anvers prendre rang,

comme importance commerciale, immédiatement après New-York et Londres.

Notons simplement, à titre de renseignement complémentaire, que la rive droite de l'Escaut est également pourvue, sur une longueur de mille six cents mètres, de quais vers lesquels se pratiquent surtout les opérations des longs-courriers et des paquebots d'émigration, les réparations et le carénage des bâtiments.

Chose admirable et qui permet de conclure autant en faveur du sens moral des Anversois que de leur esprit de progrès, ils ont trouvé moyen de faire vivre côte à côte tout cet outillage de progrès et les institutions commerciales les plus anciennes, qui, à première vue, sembleraient incompatibles avec le nouvel état de choses.

C'est ainsi que se sont maintenues les *Nations*, corporations nombreuses établies depuis un temps immémorial et vivant exclusivement des manutentions amenées par l'existence du port. Chacune possède des statuts, des emblèmes, des bannières; elles élisent elles-mêmes leurs chefs et ont leurs attributions et leurs privilèges nettement définis. Celle-ci charge les navires; celle-là débarque les marchandises; cette autre opère le transport aux magasins, aux docks et entrepôts. Plusieurs se font gloire de posséder les plus beaux chevaux de travail et de leurs triomphes aux concours de race chevaline; de fait, l'étranger ne manque pas d'être frappé par la taille et la force énorme des magnifiques attelages qu'on rencontre traînant avec aisance de véritables montagnes de marchandises. Toutes, sans exception, ont l'orgueil de leur passé, qui remonte souvent à plusieurs siècles, et se font un point d'honneur constant de subsister sans faiblir, en sachant se plier aux modifications sociales qui paraissent les plus contraires aux mœurs des temps disparus, et pour lesquelles les Anversois professent un profond attachement.

Quelques chiffres permettront d'apprécier le degré de développement du port d'Anvers, en mettant en regard, pour une même période, le mouvement commercial de ce port et celui des ports du Havre et de Hambourg, ses deux concurrents, ceux dont l'analogie de situation et d'importance permet le mieux la comparaison.

TRAFIC DU PORT

ANNÉES	ANVERS	HAMBOURG	LE HAVRE
	Milliers de tonnes.	Milliers de tonnes.	Milliers de tonnes.
1864	850	1120	970
1865	950	1280	1120
1866	1100	1360	1210
1867	1050	1440	1250
1868	1200	1520	1305
1869	1300	1790	1310
1870	1650	2060	1350
1871	1950	2030	1400
1872	2130	1970	1450
1873	2160	2110	1520
1874	2280	2120	1550
1875	2460	2190	1600
1876	2450	2210	1700
1877	2500	2230	1760
1878	2710	2310	2010
1879	2970	2400	2190
1880	3100	2520	2205
1881	3020	2750	2250
1882	3150	2940	2260
1883	3600	3130	2300
1884	4000	3450	2290
1885	4230	3750	2350

Ce tableau sera rendu plus saisissable en le traduisant par une formule d'une extrême simplicité, qui consiste à dire que, pendant cette période de vingt et un ans, la prospérité de ces ports s'est accrue :

Au Havre, dans la proportion de 2. 42 à 1.
A Hambourg, — 3. 43 à 1.
A Anvers, — 4. 97 à 1.

Ce sont là des résultats frappants, qui donnent au port d'Anvers une supériorité qui peut, qui doit éveiller notre attention.

De 1864 à 1878, la progression est à peu près la même pour les trois ports; mais, à partir de 1878, la situation change, hélas! brutalement.

Au moment où le trafic d'Anvers et d'Hambourg s'élève plus que jamais, attestant ainsi l'augmentation énorme du commerce de ces deux ports, celui du Havre reste presque stationnaire, démontrant clairement la stagnation navrante des affaires de notre premier port français de l'ouest.

Quelles sont les causes d'un pareil état de choses si nuisible aux intérêts nationaux? Elles sont multiples et touchent à une foule de questions que nous ne pouvons traiter ici.

Dieu veuille que ceux qui pourraient remédier à ce malaise ne tardent pas à le faire disparaître!

LA

TRAVERSÉE DES ALPES



LE TUNNEL DU MONT CENIS

I

LA PÉRIODE DES PRÉPARATIFS

On se rend assez peu compte, de nos jours, de l'audacieux trait de génie militaire qui détermina Bonaparte à renouveler les exploits d'Annibal en franchissant comme lui, avec toute son armée, les difficiles défilés des Alpes.

A cette époque, il n'existait *aucune* route assurant les communications entre la Savoie et le Piémont. Quelques rares sentiers, difficilement accessibles aux seuls piétons, servaient aux relations de cette contrée.

Lorsqu'on ouvrit, en 1810, la route carrossable due à l'inspiration de Napoléon Ier, ce fut un immense bienfait pour ces pays déshérités. On considérait alors cette œuvre comme le *nec plus ultra* de l'art de l'ingénieur. Malgré tous les inconvénients et les dangers qu'elle présentait, elle permettait aux voyageurs et aux marchandises de circuler dans des proportions inconnues jusque-là. Les avalanches avaient beau recouvrir la voie de leurs immenses débris, les voitures et les piétons avaient beau être précipités de temps à autre dans les abîmes qui la côtoient sur toute sa longueur, le froid et la neige avaient beau emprisonner les voyageurs pendant de longs jours dans les refuges élevés de

distance en distance, l'on n'en suivait pas moins ce chemin dangereux. Il le fallait. Il n'en existait pas d'autre!

Mais, en se multipliant, les relations avec l'Italie faisaient ressortir chaque jour davantage les inconvénients d'un pareil état de choses; les chemins de fer, en se développant, faisaient aspirer à un changement radical.

Depuis longtemps d'ailleurs les esprits éveillés cherchaient une solution différente.

Ce fut seulement en 1856 que le parlement italien vota le percement du mont Cenis; mais depuis 1849 des projets en ce sens avaient été présentés au roi et au parlement; aucun n'avait été accueilli, une pareille entreprise paraissant irréalisable.

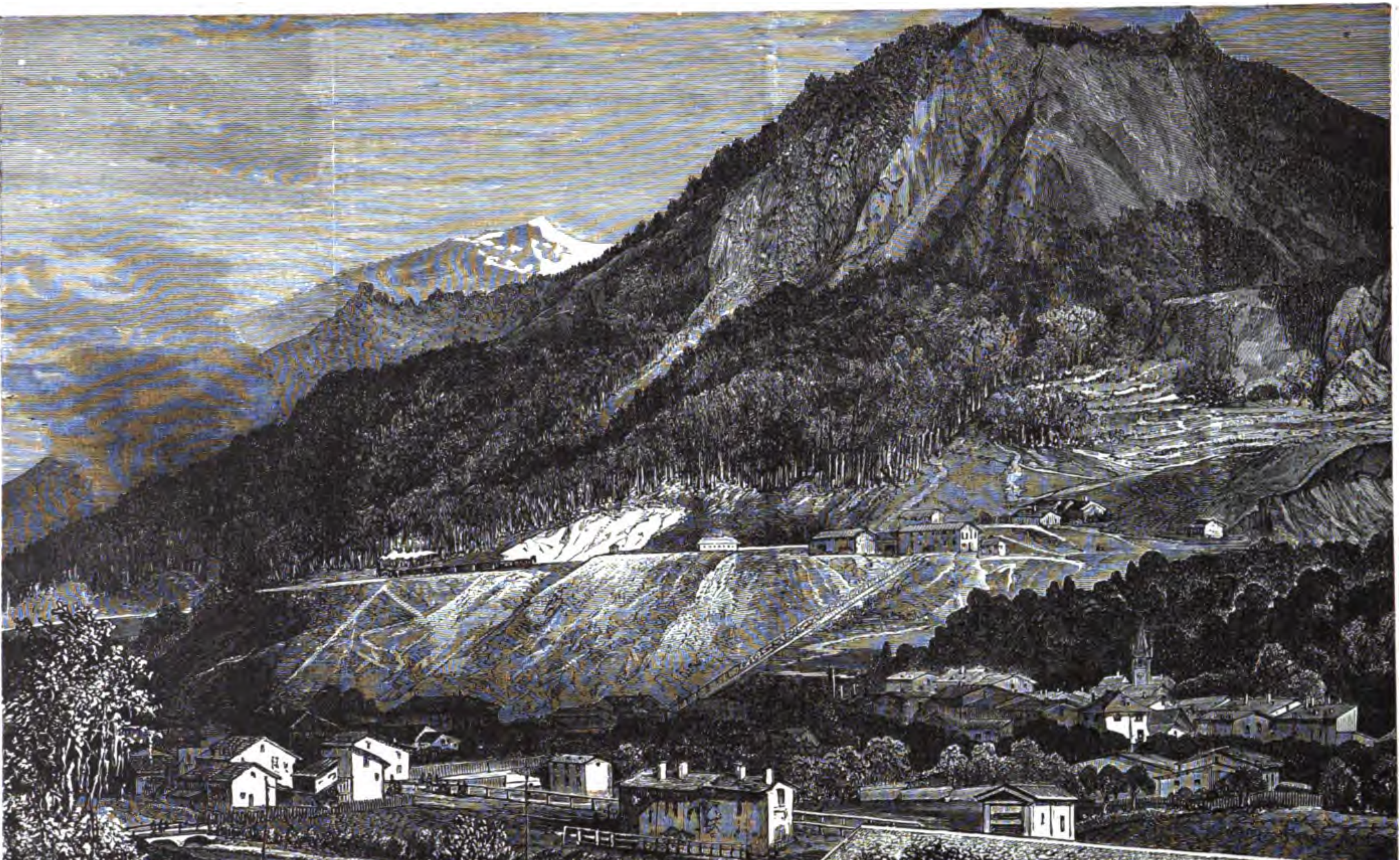
Il fallut toute l'influence du comte de Cavour sur les chambres italiennes pour arriver à une solution.

Pour bien comprendre l'importance du premier percement des Alpes, les enthousiasmes qu'il a soulevés, les luttes auxquelles l'idée de son exécution a donné lieu, il faut se reporter à l'époque relativement récente où les chemins de fer n'avaient pas encore l'extension qu'ils ont prise de nos jours.

Le creusement d'un tunnel de minime importance était déjà une grosse opération : on citait comme des œuvres hors ligne celui de Blaisy-Bas, sur la ligne de Lyon, celui de la Nerthe, sur la ligne de Marseille. Que serait-ce donc quand il s'agirait d'attaquer des géants comme ceux dont on voyait les cimes se perdre dans les cieux?

Toutes les suppositions, toutes les erreurs d'une science manquant encore du sceau de l'expérience se firent jour et se produisirent avec la même ardeur et la même conviction que pour le percement de l'isthme de Suez.

De fait, les conditions de l'œuvre étaient bien différentes de tout ce qu'on avait exécuté jusque-là dans le même genre. Au lieu des quelques centaines de mètres formant la longueur ordinaire des tunnels, on calculait que le souterrain à percer dépasserait douze mille mètres. Il fallait opérer en surmontant des difficultés inconnues jusqu'alors. On allait travailler sous une épaisseur de terrain dépassant quinze cents mètres; on ne pouvait songer à attaquer l'œuvre, suivant les méthodes habituelles, au moyen de puits verticaux descendus jusqu'au niveau à atteindre. Il fallait cheminer souterrainement, en opérant par les deux extrémités à la fois, et se rencontrer sous la montagne.



Le mont Fréjus traversé par le tunnel.

Le premier problème à résoudre fut de déterminer le tracé du tunnel et de fixer le point précis où l'on attaquerait la montagne.

Depuis longtemps, avons-nous dit, la question occupait de nombreux esprits. Dès 1841, Joseph Médail, un ancien commissaire aux douanes sardes, avait indiqué l'endroit favorable pour établir le passage. Soutenu par le roi Charles-Albert, il avait présenté un mémoire aux ministres et au président de la chambre de commerce de Turin.

Cet homme, simple montagnard qui avait fait de la réalisation du tunnel le rêve de sa vie, eut la gloire de voir sa clairvoyante sagacité triompher pleinement. Après de longues et minutieuses études, tous les ingénieurs s'accordèrent pour reconnaître, après Médail, que la voie devait passer entre Modane, du côté de la France, et Bardonnèche, sur le versant italien.

En même temps, un célèbre professeur de géologie à l'université de Turin, Angelo de Sismonda, déterminait avec une admirable précision la nature des terrains que l'entreprise devait rencontrer. Ses études avaient été si savamment conduites, il avait si bien indiqué d'avance l'épaisseur, la nature, l'inclinaison des couches à traverser, que pas une seule fois ses conclusions ne reçurent de démenti.

Le massif du mont Fréjus, que traverse le tunnel, est entièrement formé de couches superposées, continues, relevées d'un angle de cinquante degrés environ au-dessus de l'horizon dans la direction générale du sud-sud-ouest. Les couches supérieures apparaissent à Modane et disparaissent à Bardonnèche.

Les géologues divisent les couches en trois zones principales successives, de nature distincte, qui comprennent :

1o Le terrain anthracifère supérieur;

2o La grande masse calcaire et gypseuse;

3o Le calcaire schisteux inférieur.

Cette dernière est la plus épaisse et ne comporte pas moins de cinq mille cent trente-six mètres.

Contrairement aux craintes que l'on avait, le percement n'a laissé entrevoir ni faille, ni vide, ni même de source véritable. Les infiltrations, toujours à craindre dans un travail de cette nature, ont donné beaucoup moins d'eau qu'on ne s'y attendait, à peine deux ou trois litres à la seconde; elles furent si faibles que, durant tous les travaux, il a fallu transporter jusqu'au fond de la galerie l'eau nécessaire au service des ouvriers et des appareils perforateurs.

Deux choses importantes ont caractérisé l'entreprise du mont Cenis. En premier lieu, les proportions gigantesques encore inusitées données à ce percement; ensuite l'emploi de l'air comprimé pour la mise en mouvement des outils perforateurs.

Détail très curieux et à peine relevé par les historiens: ce fut à la suite d'échecs éclatants sur un plus petit théâtre que les ingénieurs italiens, inventeurs du compresseur à air comprimé, Sommeillier, Grandis et Grattoni, furent envoyés par le comte de Cavour sur les chantiers du mont Cenis.

Leur intervention y fut si considérable, qu'il importe d'en retracer brièvement l'historique.

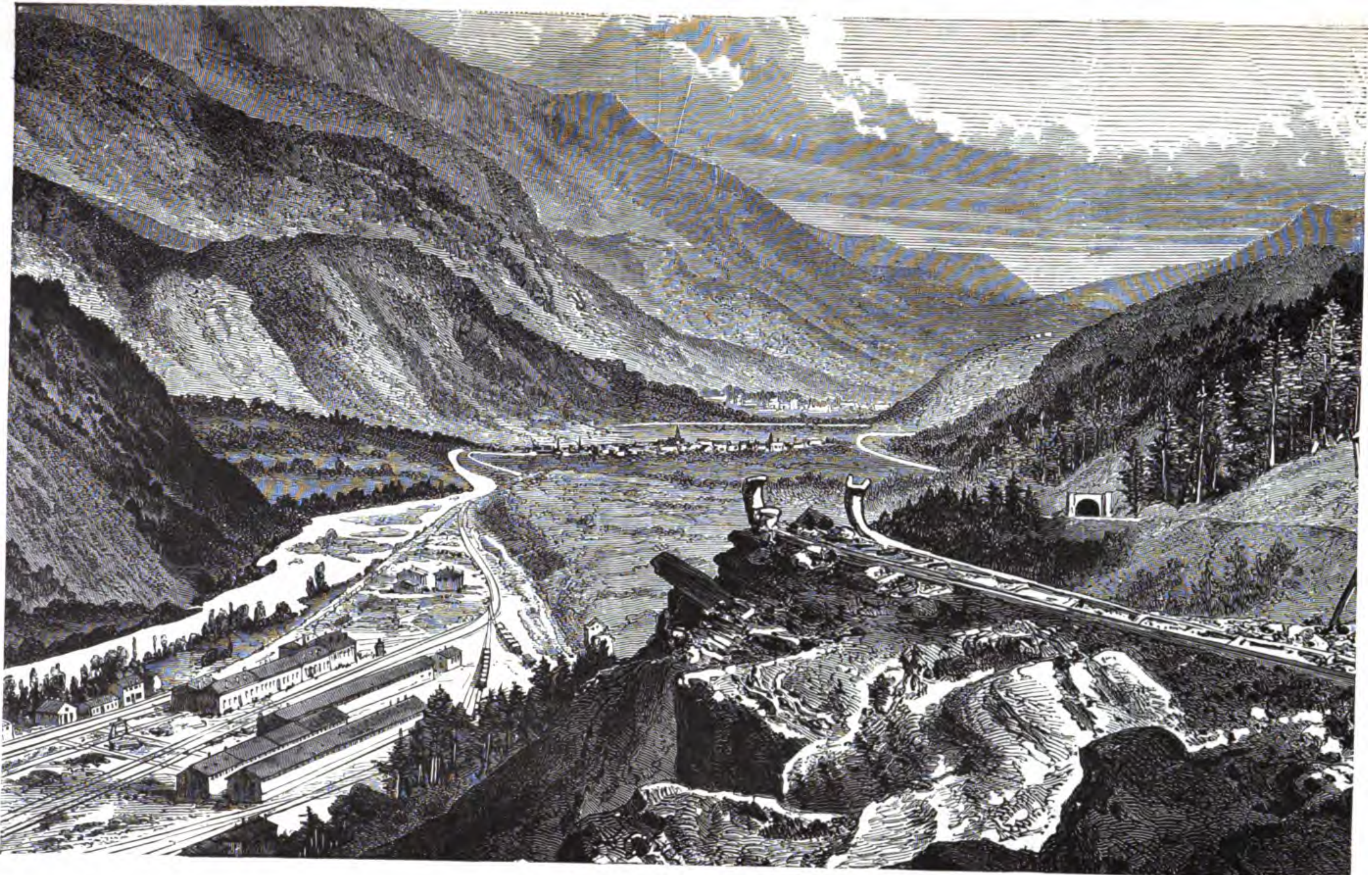
Quand la percée du mont Cenis eut été décidée, les travaux devaient être exécutés conformément aux plans d'un ingénieur belge, M. Maus, qui projetait de substituer au travail à la main, trop long pour une pareille opération, le travail à la machine.

Il avait à sa disposition un appareil destiné à découper la roche au moyen d'une centaine de ciseaux disposés sur cinq rangs. Cette machine, dont les essais faisaient favorablement augurer, devait recevoir son impulsion de câbles sans fin.

Dans le projet en question, la force motrice était empruntée au torrent de l'Arc, du côté nord du tunnel. Le même cours d'eau fournissait à chaque machine en action un jet puissant destiné à déblayer les entailles produites par les ciseaux et à en empêcher le rapide échauffement. Du côté sud, on avait à sa disposition la rivière de Rochemolle et divers affluents.

M. Maus comptait transmettre la force au moyen des câbles jusqu'à la distance extrême de sept kilomètres en les soutenant par des poulies placées de dix mètres en dix mètres. Outre la marche des machines, ces câbles devaient assurer l'aération de la galerie au fur et à mesure de l'avancement des travaux, ainsi que l'évacuation de l'air vicié.

Ceci se passait de 1846 à 1849, alors que le roi Charles-Albert, animé par la noble ambition de faire franchir les Alpes sous son règne, soutenait et patronnait la mise à exécution du tracé indiqué par Médail. Détourné de ses rêves pacifiques par le désir de secouer le joug qui pesait sur sa patrie, ce monarque déclara la guerre à l'Autriche; l'entreprise du percement fut nécessairement délaissée. On sait la malheureuse issue de cette campagne de 1849, qui coûta sa couronne au roi Charles-Albert.



La vallée de l'Arc à Modane.

Quand, la paix signée, son fils Victor-Emmanuel voulut reprendre la suite des mêmes projets, l'enthousiasme public s'était beaucoup refroidi. Le parlement montrait une vive résistance à prélever sur le trésor déjà tant appauvri les sommes nécessaires à la mise en œuvre d'un projet si grandiose.

Une commission de savants et de législateurs, désignée pour étudier et surveiller d'une façon permanente les moyens d'exécution, ne put aboutir qu'à un ajournement.

Cependant l'idée des câbles de l'ingénieur Maus était vivement combattue et l'on cherchait à remplacer ce mode de transmission par une circulation d'air à très haute tension.

Depuis longtemps on connaissait théoriquement l'emploi de cette force, mais on ignorait encore la possibilité de faire agir à de grandes distances la force expansive de l'air comprimé.

Cette découverte, qui devait rendre possible l'opération gigantesque devant laquelle on hésitait encore, appartient en propre à l'illustre ingénieur suisse Colladon.

Ce savant était déjà connu par ses expériences, devenues classiques, de la vitesse de propagation du son dans l'eau, ainsi que par des travaux considérables sur la mécanique et sur l'électricité. Il avait été, quoique étranger, un des fondateurs et l'un des professeurs de notre École centrale des arts et manufactures.

De nombreuses découvertes industrielles lui étaient encore dues. A plusieurs reprises, il s'était occupé d'expériences sur la compression et la circulation des gaz et des liquides.

Lorsqu'il fut sérieusement question de la percée du mont Fréjus, il reprit ce courant d'études pour fixer les lois de cette compression. Dès 1850, il était en mesure de saisir le parlement italien de ses projets; mais, avant de solliciter un brevet que la législation d'alors accordait difficilement, il voulut s'assurer par des expériences pratiques de l'excellence de son idée. Elles lui prouvèrent que la résistance effective de tubes approchant de vingt centimètres de diamètre était double de celle que les formules mathématiques avaient précédemment admise.

Cette découverte avait une importance capitale, car elle signifiait que la perte de puissance de la force transmise était presque nulle à la distance qu'il s'agissait d'atteindre.

Des amis appuyèrent la demande de brevet et tentèrent de faire adopter son système de propulsion par l'ingénieur Maus, désigné pour

la direction des travaux. Celui-ci ne voulut point reconnaître les avantages de cette nouvelle découverte et déclara qu'il ne l'appliquerait point aux travaux du mont Cenis.

Le gouvernement sarde, éclairé par une commission d'hommes compétents, accorda non seulement le brevet, mais il eut la sage inspiration de traiter avec Colladon pour l'emploi de son procédé dans l'entreprise projetée.



L'ingénieur Sommeillier.

Néanmoins le savant genevois ne devait pas jouir du fruit de ses travaux; d'autres étaient appelés à en recueillir le bénéfice.

La question avait fait surgir une foule de tentatives et de systèmes parmi lesquels dominait une machine mue par la vapeur et que l'ingénieur anglais Bartlett avait fait breveter en Italie. D'un travail rapide et bien réglé, elle semblait devoir résoudre les difficultés; mais son emploi restait limité aux faibles distances permettant l'aération directe; aussi ne put-elle être employée que dans le percement de tunnels de petite longueur.

D'autre part, M. de Cavour, alors tout-puissant, ayant eu l'occasion de les connaître, s'était déclaré grand admirateur et protecteur de trois ingénieurs de mérite : Sommeillier, Grandis et Grattoni, dont nous avons cité les noms plus haut. Ces trois ingénieurs, amis d'école et collaborateurs constants, avaient pensé que la machine classique appelée

bélier hydraulique, dont la découverte fut la gloire des frères Montgolfier, nos illustres compatriotes, pouvait servir à comprimer l'air aussi bien qu'elle sert à élever l'eau.

Partant de ce principe, les trois amis, alors attachés au chemin de fer de Gênes à Turin, avaient inventé une machine qu'ils appelaient *bélier compresseur* et qui, dans leur pensée, devait servir à remorquer les trains sur les fortes rampes de la ligne où ils étaient employés.



L'ingénieur Grattoni.

Cette manœuvre avait lieu jusque-là au moyen des câbles de l'ingénieur Maus : on ignorait encore à cette époque les locomotives permettant l'accès des fortes rampes. Quoi qu'il en soit, ce système de remorque, coûteux et lent, faisait la préoccupation des ingénieurs.

Sommeillier et ses amis comptaient, grâce à leur bélier, comprimer l'air et l'employer à pousser dans un long tube un piston auquel seraient fixés les convois à remorquer. Ils annonçaient à l'État sarde une économie annuelle de cent cinquante mille francs par l'emploi de leur système sur la ligne de Gênes à Turin, dont le gouvernement était propriétaire.

MM. de Cavour et Paleocapa, tous deux ministres influents d'alors, obtinrent du parlement les subsides nécessaires pour l'essai du système sur une partie de la ligne.

Disons tout de suite que les subsides furent absorbés sans aucun résultat autre que de piquer l'amour-propre de M. de Cavour. Ne voulant pas recevoir vis-à-vis du parlement de démenti sur les résultats annoncés par lui et solennellement promis, il suggéra aux trois amis l'idée d'appliquer leur compresseur au service des outils à employer au mont Cenis. Il fit valoir l'intérêt supérieur qui s'attachait à la rapide exécution de ces travaux plutôt qu'à la remorque des trains sur la pente des Apennins, et les trois amis furent chargés par le gouvernement de la direction des travaux du tunnel.

Pour s'y préparer, on résolut la construction d'un bélier compresseur plus considérable que le premier. De nouveaux fonds furent accordés; et quand, au bout de quelque temps, une commission technique, déléguée à cet effet, eut à s'exprimer sur le compte du bélier compresseur, elle dut reconnaître trois défauts essentiels:

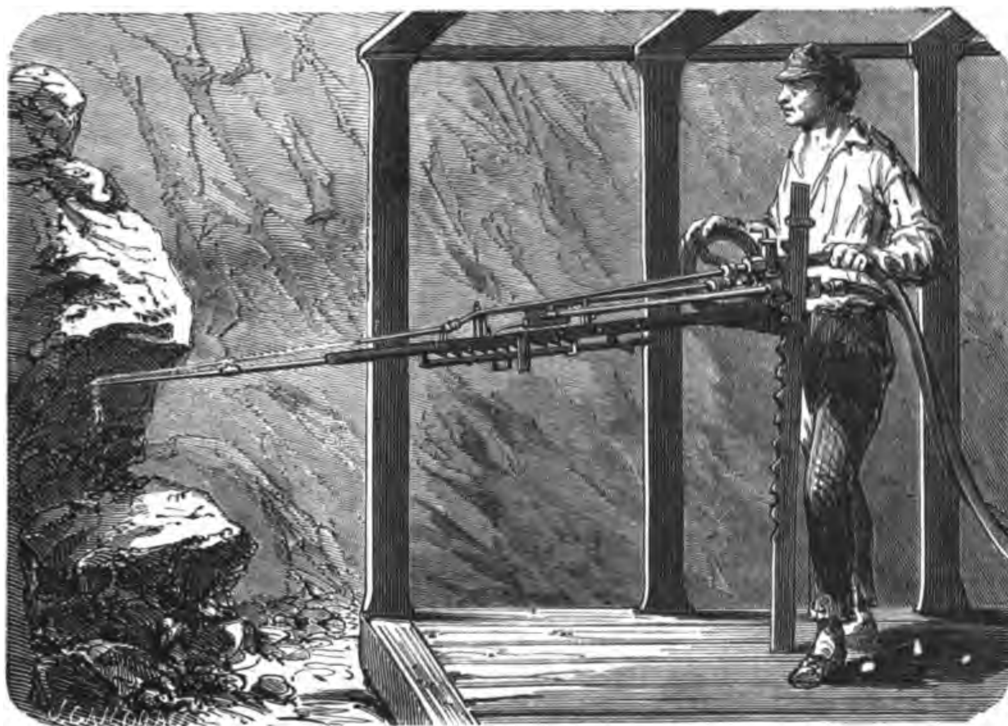
Le bélier de Sommeillier et de ses amis exigeait une chute d'eau de cinq mètres par chaque atmosphère de pression à produire; il coûtait extrêmement cher à établir, par suite de la difficulté de rencontrer les chutes convenables dès qu'il fallait atteindre une certaine densité de compression; enfin il utilisait à peine la moitié de la force employée.

Mais le ministre avait engagé son amour-propre dans cette question; il fallait le sortir intact de cette lutte contre des difficultés imprévues. Heureusement que l'esprit clairvoyant de Cavour, s'il s'était trompé en voulant préciser les applications mécaniques du compresseur, avait reconnu sans erreur quel parti on pouvait tirer de l'ingénieur qui l'avait inventé.

Une fois maître de la situation, Sommeillier sut en faire profiter l'œuvre à diriger. Persuadé que son compresseur péchait seulement par des détails qu'il comptait modifier aisément, il s'occupa des outils auxquels il devait donner l'impulsion. Ses travaux portèrent sur la machine destinée à percer la roche.

La machine de Maus se trouvait peu en faveur, malgré certains mérites; celle de Bartlett convenait seulement pour les percements à petite profondeur. Sommeillier réalisa un appareil résumant ces deux machines, mais ayant sur elles une incontestable supériorité. Il était simple, peu encombrant, d'un maniement facile, et nécessitait une moindre dépense de force motrice. L'idée lui était propre; aussi le brevet dont elle fut l'objet fut-il pris en son nom seul. Pour la première fois, celui de ses amis ne se trouva pas associé au sien.

L'inventeur la modifia au cours de ses travaux, mais ses caractères essentiels furent arrêtés du premier coup. Ce sont eux qui forment le mérite de l'invention. C'est grâce à des dispositions nouvelles et pratiques que l'œuvre grandiose dont la Savoie et l'Italie sont si justement fières allait enfin pouvoir être entreprise. La véritable gloire de l'ingénieur Sommeillier ne vient ni de l'emploi de l'air comprimé ni de la direction donnée aux travaux du tunnel; elle est tout entière dans la création de sa perforatrice.



Première perforatrice de Sommeillier.

Ce merveilleux outil, souvent perfectionné depuis, qui devait révolutionner l'art moderne des ingénieurs, se compose d'un cylindre dans lequel on faisait arriver l'air comprimé. Le piston, qui est le moteur, porte une tige d'une section peu différente à laquelle est fixé le fleuret à mouvoir. En vertu de son élasticité, l'air comprimé a une action inégale sur les deux surfaces, inégales elles-mêmes, du piston. Il est poussé avec plus de force qu'il n'est refoulé. En d'autres termes, la projection de l'outil est violente, parce que la chambre dans laquelle se détend l'air, en arrière du piston, est plus restreinte que celle dans laquelle le tiroir conduit l'air en avant du piston. De là, les deux mouvements d'avance et de recul.



Chariot porteur des perforatrices suivi du tender contenant l'eau et l'air comprimés.

Une très minime machine motrice commande le jeu du tiroir, l'avancement graduel du piston vers le front de taille et la rotation du fleuret. En même temps, un mince filet d'eau vient sous pression déblayer le trou de mine et empêcher l'échauffement du fleuret. Le tout, porté sur un affût d'une grande simplicité, n'occupe qu'une place réduite, ce qui est une condition essentielle dans des travaux de ce genre.

Quel que fût le mérite de son invention, Sommeillier l'eût vue stérile s'il n'avait eu l'heureuse fortune d'y appliquer les découvertes de Colladon. C'était ce dernier qui avait rendu possible le transport de l'air forcé à grandes distances, qui avait imaginé l'arrosement et le déblaiement des trous.

S'il n'eut point le profit, parce qu'on



Bardonnèche, sur le versant italien du Fréjus.

lui prit ses brevets sans autorisation, on doit du moins faire remonter à Colladon la gloire d'avoir rendu possible l'emploi de la perforatrice Sommeillier. Pour résumer, on peut dire que l'un fournit la force, et l'autre l'outil qui eurent raison des difficultés de l'entreprise.

Quelle que soit la part respective de chacun dans la réussite, l'appareil de perforation se composait de deux chariots courant sur rails : l'un était chargé de cylindres dans lesquels venaient s'emmagasiner l'eau et l'air comprimés; l'autre, sorte de cage roulante, portait plusieurs perforatrices qui étaient reliées aux cylindres par des tuyaux communiquant aux outils la force et l'eau nécessaires. Après avoir fourni la force aux outils, l'air se déversait dans la galerie, rafraîchissait et renouvelait l'atmosphère viciée par la respiration des ouvriers, par les lumières et par les gaz résultant des coups de mine.

La force motrice destinée à comprimer l'air dans d'immenses réservoirs devait être fournie par deux chutes d'eau situées de chaque côté du tunnel.

Nous verrons plus loin le parti qu'on en tira et les appareils qui y furent appliqués pour ce rôle important.

Tout était prêt pour la gigantesque entreprise. L'inauguration en fut solennelle. Le 1er septembre 1857, le roi Victor-Emmanuel, entouré d'une cour nombreuse, fit sauter la première mine au moyen d'une étincelle électrique, à Modane, au pied du mont Cenis.

Dès le lendemain, les travaux commencèrent.

II

L'EXÉCUTION DU TUNNEL. — LES MACHINES

Le tracé définitivement adopté pour le tunnel fut fixé à la longueur de douze mille deux cent vingt mètres. Il passait exactement sous le mont Fréjus, entre le mont Thabor et le mont Cenis. Ce dernier, bien que distant presque de vingt kilomètres, a donné son nom par suite d'un simple usage de convention. En réalité, l'œuvre devrait être nommée « tunnel du Fréjus », conformément à la désignation que les ingénieurs avaient adoptée dans leurs relations.

Du côté de la France, l'entrée se trouvait au bord de la rivière de

l'Arc, un peu avant d'arriver à Modane, à onze cent cinquante-huit mètres quatre-vingt-dix centimètres d'altitude; du côté de l'Italie, il aboutissait au bord du torrent de Rochemolle, dans le voisinage de Bardonnèche, à la hauteur de mille deux cent quatre-vingt-onze mètres quarante-six centimètres. L'axe devait passer sous la pointe du Fréjus, qui se trouve à peu près sur la moitié du parcours. Au milieu même du tunnel, la voie, posée à une altitude de douze cent quatre-vingt-quatorze mètres cinquante-trois centimètres, devait descendre par une double pente, l'une d'un demi-millimètre par mètre vers Bardonnèche, l'autre de vingt-deux millimètres par mètre dans la direction de Modane.

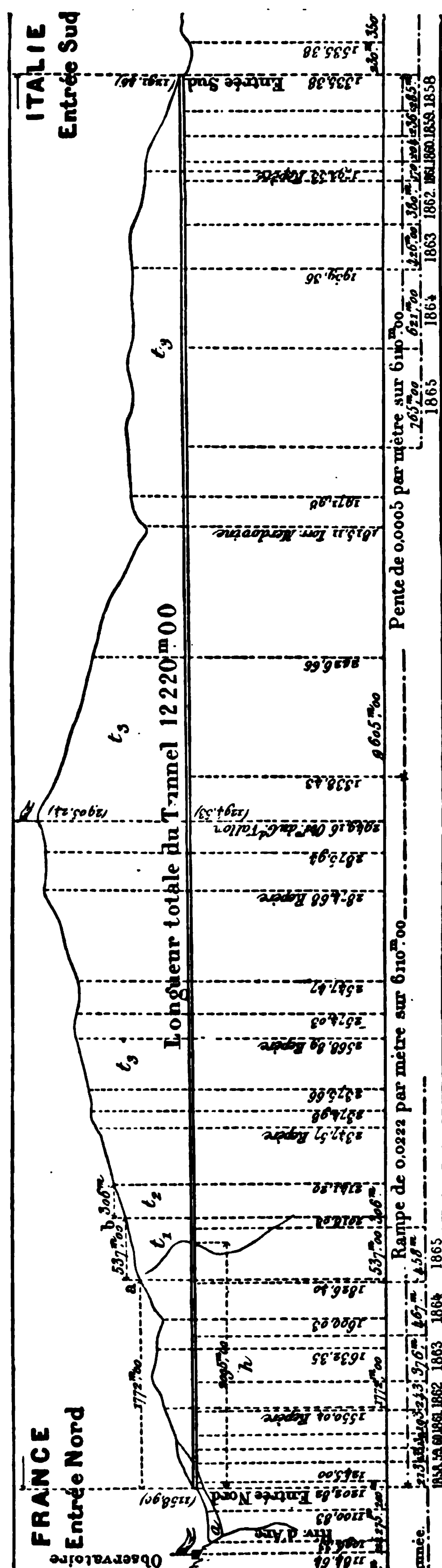
L'on avait arrêté aux dimensions suivantes le profil du long couloir à perforer : huit mètres dans la plus grande largeur et six mètres du plafond jusqu'au sol.

Pendant qu'on travaillait à l'achèvement des appareils compresseurs d'air, on commençait les travaux, à la main, par les procédés ordinaires. On construisit des ateliers, des magasins, des logements pour les ouvriers.

L'installation des béliers hydrauliques dévora des sommes énormes. Pour obtenir la masse d'eau nécessaire à leur fonctionnement, on détourna deux cours d'eau. Le torrent de Mélézet, du côté de Bardonnèche, fut chargé d'alimenter dix compresseurs. La rivière devait se précipiter d'une hauteur de vingt-six mètres dans dix conduites de soixante-trois centimètres de diamètre.

Ces tubes, organes essentiels des béliers compresseurs, étaient disposés en un siphon renversé, à double branche, recevant directement la chute d'eau. En vertu de la vitesse acquise, l'eau amassée dans la plus courte branche s'élevait, chassant violemment l'air enfermé. Comprimé ainsi violemment, celui-ci, réduit au sixième de son volume, s'échappait par une soupape dans un récipient. Repoussée par l'élasticité de l'air accumulé dans le réservoir, la soupape se refermait. En même temps, la colonne d'eau, ramenée en arrière par une soupape de vidange située au coude du siphon, laissait l'air prendre la place de l'eau.

Le mouvement de chute de toute cette masse d'eau était assez bien réglé pour se faire promptement et régulièrement. Mais une préoccupation majeure avait dominé l'esprit des constructeurs : la redoutable élévation de température de l'air ainsi refoulé. Ils avaient donc concentré toute leur puissance d'invention sur les moyens d'utiliser la chute



Coupe du tunnel avec l'indication de l'avancement par année, les cotes d'altitude et l'étendue de chaque zone de terrain traversé.

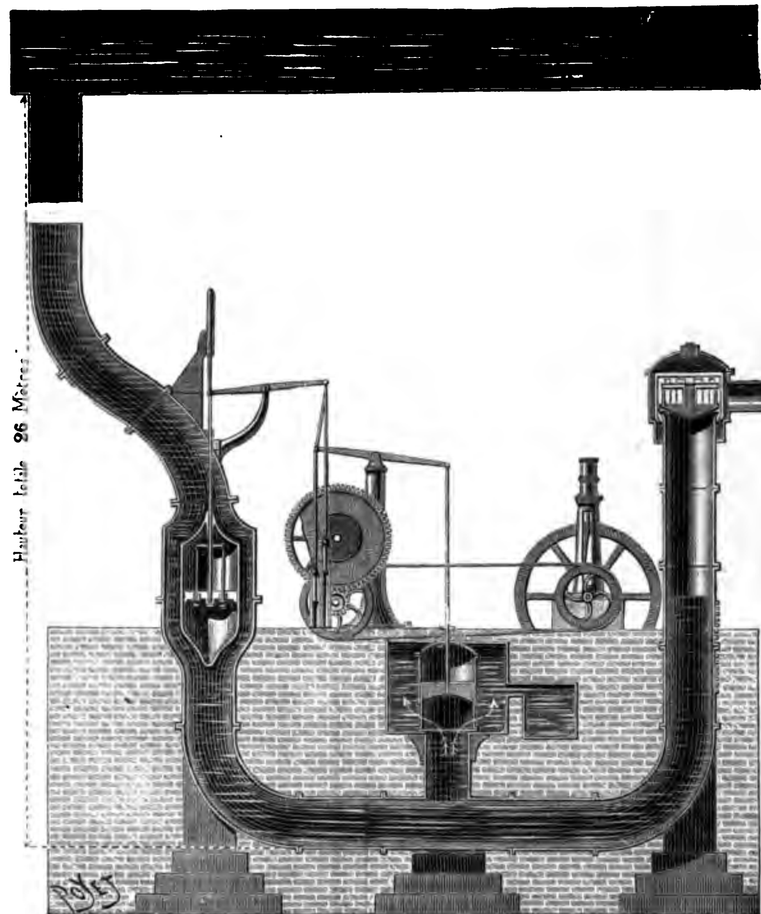
d'eau pour comprimer l'air par sa force vive et le refroidir en même temps par le contact de l'eau. Ils avaient négligé l'énorme déperdition de force occasionnée par ces chocs répétés et les frottements multipliés.

Au bout de quelque temps, on s'aperçut que ces coûteux appareils utilisaient tout au plus la moitié de la force employée. De plus, une grave erreur s'était produite en détournant le torrent de Mélézet. Ce cours d'eau donnait en réalité quarante-six mètres de chute ; il fallut réduire de vingt mètres celle qu'on prit pour faire fonctionner les compresseurs. Construits pour subir seulement une pression de six atmosphères, ces appareils couraient risque de ne pouvoir résister à la pression produite par la chute totale du torrent tombant d'une hauteur de quarante-six mètres.

Du côté de Modane, ce fut une autre déception. L'Arc ne pouvait fournir que six mètres de chute. On vit alors se produire cette incroyable énormité de mécanique : élever par des moyens artificiels, jusqu'à la hauteur voulue, l'eau nécessaire à la production de la force !

Les béliers de Modane recevaient leur impulsion de l'eau provenant d'un bassin métallique juché sur des colonnes hautes de plus de vingt mètres.

Malgré les assurances données aux Chambres sardes par le comte de Cavour garantissant que les béliers compresseurs étaient les seuls appareils capables de mener à bonne fin l'entreprise du mont Cenis, il fallut y renoncer au bout de quelque temps et adopter l'emploi des pompes à

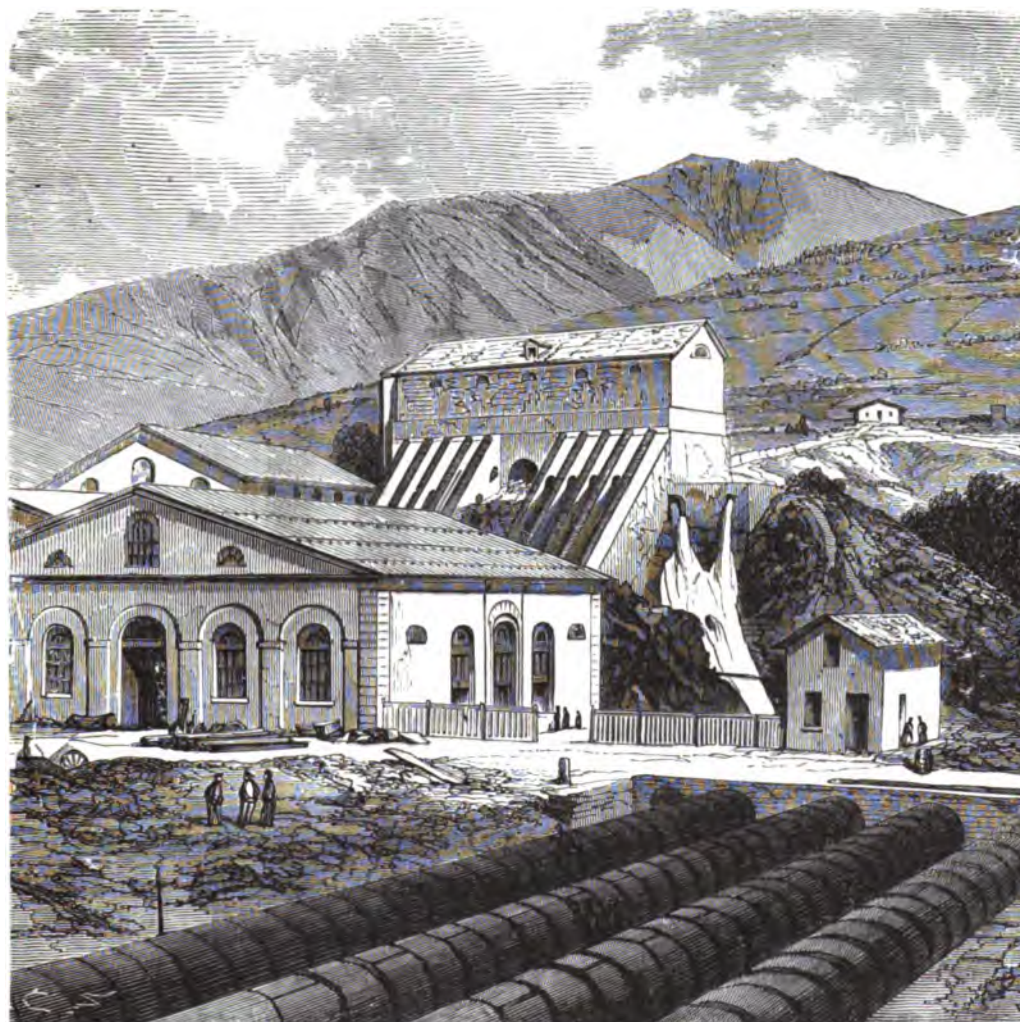


Bélier compresseur d'air.

piston liquide, qui faisaient partie du système inventé par Daniel Colladon pour l'application de l'air comprimé comme force propulsive.

Ce mécanisme se composait d'un cylindre horizontal dont le diamètre atteignait cinquante-sept centimètres, et qui se terminait par deux colonnes creuses verticales figurant un siphon renversé dont les deux branches, remplies d'eau, avaient la même longueur. Dans la partie horizontale se mouvait un piston à frottement, actionné par une roue hydraulique. A chaque mouvement du piston, la colonne d'eau oscil-

lait, baissant d'un côté et refoulant de l'autre l'air enfermé derrière elle. Sollicitée par ce double mouvement, l'eau appelait l'air extérieur, qui remplissait l'espace vide. L'air aspiré agissait sur les soupapes d'entrée et de sortie, absolument comme l'eau agit sur les soupapes d'une pompe ordinaire. Ici, l'effet était renversé.

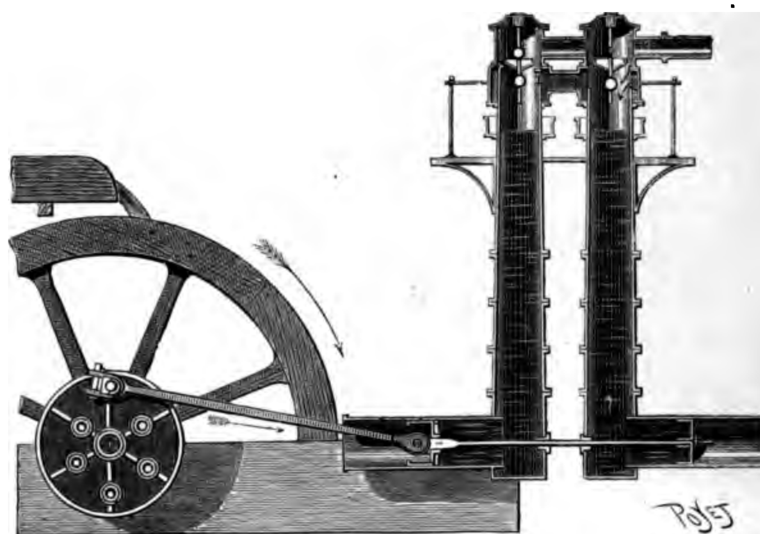


Vue extérieure des conduites alimentant les compresseurs du côté de Modane.

Tandis que le bélier compresseur ne donnait que deux coups et demi utiles par minute, la pompe à piston liquide de Colladon en donnait seize, et permettait de hausser la pression selon la profondeur du souterrain. Le volume d'air que l'on pouvait comprimer directement avec la force hydraulique était triple et le prix des appareils était réduit de deux tiers.

Cependant, malgré tous leurs perfectionnements, ces appareils ont

été abandonnés depuis. Colladon se trouvait aux prises avec les mêmes difficultés que ses concurrents : l'élévation de température de l'air comprimé. Les pompes à grande vitesse devaient forcément porter l'air condensé à un degré fort élevé. Comprimé entre six et dix atmosphères, il aurait atteint de deux cents à trois cents degrés centigrades; en outre, l'air échauffé, même à un degré moindre, devient plus élastique et résiste davantage à la compression; son travail utile se trouve réduit de cinquante pour cent; autrement dit, il faut une force double pour produire la même compression.



Pompe à piston liquide de Colladon.

Ces appareils, disons-nous, furent abandonnés, mais seulement plus tard, quand Colladon, attaché comme ingénieur-conseil au grand travail du Saint-Gothard, eut découvert le moyen de rafraîchir l'air, perfectionnement capital permettant l'emploi des pompes à marche rapide. Nous en parlerons en décrivant les travaux de la seconde percée des Alpes.

L'introduction des pompes à piston liquide dans les travaux du mont Cenis fut un grand bienfait pour l'entreprise.

En octobre et en novembre 1857, on avait commencé le percement du tunnel à ses deux extrémités. Le travail à la main était le seul adopté. En janvier 1861, on supprima ce système à Bardonnèche; sept cent vingt-cinq mètres seulement de galerie avaient été produits en trente-huit mois, à peine soixante-trois centimètres par jour. On recourut aux machines; la perforatrice de Sommeillier, mue par les fameux compresseurs



Intérieur du bâtiment abritant les compresseurs.

à colonne, fut dès lors exclusivement employée. Lorsqu'à la fin de l'année l'on voulut se rendre compte du travail produit, on constata que les quatre machines successivement installées avaient donné la somme dérisoire de cent soixante-dix mètres d'avancement. Grâce aux divers incidents, à l'inexpérience des hommes, aux défectuosités de ces nouveaux engins, on avait produit encore moins qu'à la main !

Peu à peu les difficultés s'aplanirent et la marche en avant progressa. En 1862, toujours du côté de Bardonnèche, on progressa d'un peu plus d'un mètre par jour; en 1863, ce fut d'un mètre seize centimètres.

L'avancement variait surtout selon la dureté des couches de terrains à traverser. Tandis qu'on faisait à peine cinquante centimètres, durant certains jours, on avançait, par contre, quelquefois de plus de trois mètres en vingt-quatre heures. D'ailleurs voici quels furent, d'après les relevés officiels, les progrès du percement durant toute la période des travaux du côté de Bardonnèche.

Travail à la main.

En 1858,	285 mètres.	725 mètres.
— 1859,	236 —	
— 1860,	204 —	

Travail à la machine.

En 1861,	170 mètres.	6,355 mètres.
— 1862,	380 —	
— 1863,	426 —	
— 1864,	621 —	
— 1865,	765 —	
— 1866,	813 —	
— 1867,	825 —	
— 1868,	639 —	
— 1869,	827 —	
— 1870,	889 —	
	Total :	7,080 mètres.

Du côté français, le travail mécanique ne fut substitué qu'en janvier 1863 au travail à la main. Celui-ci avait donné encore moins à Modane qu'à Bardonnèche. A peine si la moyenne, en plus de deux ans, avait été de cinquante centimètres par jour.

De ce côté de l'attaque on a relevé les résultats suivants :

Travail à la main.

En 1858,	213 mètres.	921 mètres.
— 1859,	133 —	
— 1860,	139 —	
— 1861,	193 —	
— 1862,	243 —	

Travail à la machine.

En 1863,	376 mètres.	4,232 mètres.
— 1864,	467 —	
— 1865,	458 —	
— 1866,	212 —	
— 1867,	688 —	
— 1868,	681 —	
— 1869,	604 —	
— 1870,	746 —	
	Total :	5,153 mètres.

En résumé, l'on peut dresser ainsi le tableau du travail d'avancement de chacun des chantiers qui ont procédé au percement du mont Cenis.

	BARDONNÈCHE	MODANE
Travail à la main.	725 mètres.	921 mètres.
Travail à la machine.	6,355 —	4,232 —
	7,080 mètres.	5,153 mètres.
Longueur total du tunnel. . .	12,233 mètres.	

De cette différence dans l'avancement des chantiers il résulta que la rencontre des deux galeries eut lieu, non au milieu du souterrain, mais à près de mille mètres plus au nord.

L'avancement ne devint réellement rapide que le jour où l'on fut complètement maître de l'outillage en substituant les pompes de Colladon aux compresseurs de Sommeillier, et quand on put multiplier les points de perforation.

Pour bien faire comprendre au lecteur la façon dont il fut procédé,

nous le conduirons successivement sur les deux chantiers et nous lui décrirons les procédés employés pour mener à bien une entreprise aussi gigantesque.

On ne pouvait recourir, pour se guider, à aucun précédent. Aussi le talent des ingénieurs, qui durent tout inventer; des savants, qui fournirent des données si précises; des directeurs des travaux, qui eurent à faire face à toutes les péripéties d'une pareille entreprise, tout cela constitua un ensemble de conditions qui rend d'autant plus admirable le succès obtenu. Le percement du mont Cenis fut, on peut le dire sans hésiter, un grand triomphe pour la science moderne, qui en avait été l'inspiratrice et le guide absolu.

III

L'EXÉCUTION DU TUNNEL. — LE TRAVAIL

L'apprentissage, on le voit, fut long au mont Cenis. Mais, une fois maître de l'outillage, on put procéder avec une certaine vigueur dans l'exécution du travail.

Les opérations nécessaires comprenaient :

1° Le percement des trous de mine;

2° Le chargement;

3° L'éclatement des mines;

4° L'enlèvement des débris;

5° La construction du revêtement intérieur;

6° La pose de la voie.

Lorsqu'on introduisit sur les chantiers l'ingénieuse machine de Sommeillier, chaque affût portait quatre perforatrices. Un peu plus tard on en monta huit.

Un affût se trouvait devant le front d'attaque pour creuser la galerie d'avancement, laquelle offrait un peu moins de six mètres de surface. En arrière, à distance convenable, d'autres perforatrices fonctionnaient afin d'élargir le petit souterrain.

Le front d'attaque recevait habituellement de soixante à quatre-vingts trous, dont le diamètre variait entre trois et quatre centimètres; au centre, ce diamètre atteignait cent vingt millimètres.

Lorsque la pression d'air était convenable, la perforatrice frappait de deux cents à deux cent cinquante coups par minute; le fleuret qui l'armait devait, pour imiter le travail à la main et produire tout son effet, recevoir un léger mouvement de rotation.

Ce mouvement particulier, indispensable à la réussite du travail, était une cause fréquente d'accidents et de rupture des organes mécaniques; aussi ne fallait-il pas moins de soixante perforatrices pour maintenir constamment en service les douze à quinze qui pouvaient fonctionner ensemble, et près de quatre mille fleurets de différents types.

En général, chaque perforatrice pouvait fournir de quinze à seize attaques avant de retourner à l'atelier.

Les fleurets avaient une existence plus éphémère, variant avec la dureté de la roche à pénétrer, l'adresse et l'intelligence de l'ouvrier mineur.

Chaque perforatrice était actionnée par l'air comprimé arrivant jusqu'au fond de la galerie par un tube auquel se reliaient des tubes flexibles aboutissant à chaque machine.

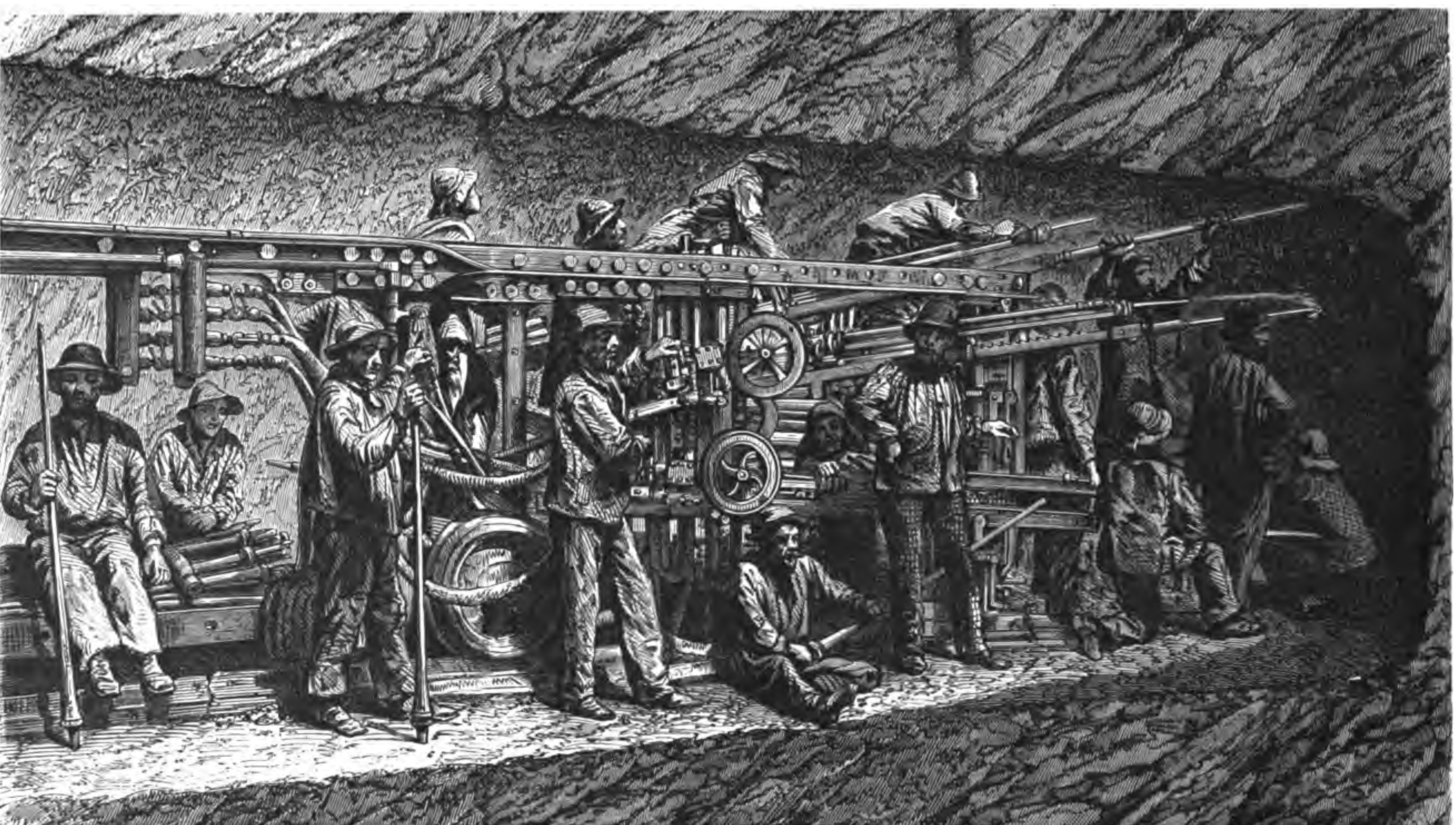
L'eau nécessaire au nettoyage des trous était fournie par un système dû à Colladon. L'arrière de l'affût contenait un tender plein d'eau duquel partaient de petits conduits flexibles aboutissant à chaque perforatrice, à côté du tube à air. Une déviation empruntée à la conduite d'air forcé venait à l'intérieur de ce tender et chassait violemment l'eau jusqu'au fond des trous.

Une perforatrice exigeait une équipe de cinq hommes, ce qui faisait une quarantaine d'hommes par affût de huit fleurets.

Les pompes à piston liquide devaient fournir une force effective de plus de cent dix chevaux. Chaque pulsation de la perforatrice dépensait un litre d'air comprimé à six atmosphères, et chaque trou exigeait entre cinquante et soixante litres d'eau envoyée sous pression pour déblayer les poussières du fleuret.

Quand les trous avaient atteint de soixante-quinze centimètres à un mètre de profondeur, on retirait l'affût à une distance de cent mètres en arrière, et les ouvriers s'abritaient derrière une porte à deux battants qui se refermait sur eux.

Les mineurs proprement dits venaient ensuite remplir les trous de poudre comprimée au tiers de son volume. Seul, le trou central restait vide, son rôle étant de faciliter le désagrègement de la roche. A leur tour, les mineurs se retiraient avec la première équipe et peu après éclataient comme des feux de pelotons successifs.



Batterie de perforatrices en usage vers la fin du percement du mont Cenis.

Lorsque la fumée des explosions s'était un peu dissipée, on procédait à l'enlèvement des débris.

Il semblerait tout d'abord que par suite de la profondeur où l'on travaillait, au milieu de la fumée des explosions, des poussières de la roche, dans un air vicié par la respiration des ouvriers et la combustion, l'atmosphère devait être irrespirable. La vérité est que plus on s'enfonçait dans la galerie et moins on était suffoqué. L'aération était parfaitement assurée par la simple détente de l'air sortant des perforatrices : chaque coup de fleuret soufflait au visage un filet d'air qui, multiplié deux cents fois par minute provoquait, vers la sortie du tunnel, un tirage qui enlevait toutes les émanations.

Pour activer l'aération, deux systèmes avaient été adoptés. Du côté de Modane, à l'entrée du tunnel, on avait installé un aspirateur à cloche. Le chantier de Bardonnèche était pourvu d'un aspirateur à force centrifuge qui attirait l'air vicié dans un conduit de grand diamètre placé au sommet de la voûte; en outre, les béliers compresseurs, réformés comme moteurs, avaient été maintenus en fonction de ce côté pour envoyer au fond de la galerie une plus grande masse d'air respirable.

Afin de garantir les ouvriers contre les éboulements imprévus, on avait une sorte de cage formée de barreaux de fer qu'on poussait devant soi au moment d'enlever les déblais.

L'œuvre principale était la galerie d'avancement; l'agrandissement n'était qu'une opération secondaire. On y procédait au moyen de perforatrices placées en arrière. Quand la galerie avait à peu près quatre mètres en tous sens, on boisait solidement le plafond. Puis on pratiquait de distance en distance, sur les côtés, quelques cheminées verticales atteignant la hauteur définitive de la voûte; on les excavait à droite et à gauche, et l'on taillait ensuite les pieds droits.

Enfin on procédait au revêtement en maçonnerie qui était formé de pierres solidement cimentées.

On préparait le sol de la voie et on l'utilisait tout d'abord en pratiquant dans le radier un canal en maçonnerie d'un mètre de section pour y loger les tubes destinés à conduire jusqu'aux travailleurs du front d'attaque l'air comprimé, l'eau et le gaz dont l'usage n'avait pas tardé à prévaloir sur l'emploi des lampes.

La dernière opération, qui se poursuivait d'ailleurs au fur et à mesure de l'avancement des travaux, était la construction de la voie. Ce

point n'avait rien de particulier; on opérait suivant les méthodes ordinaires. Toutefois on n'attendait pas jusque-là pour faire circuler sur des rails provisoires les trains amenant et reconduisant les ouvriers du tunnel, les matériaux et les déblais.

Il ne faut pas croire que des travaux de cette importance aient pu s'accomplir avec la tranquillité, l'absence d'imprévu et d'accidents d'une entreprise ordinaire. Plus d'une fois, malgré les précautions prises, des éboulements soudains se produisirent, ensevelissant des ouvriers et occasionnant chaque fois plus ou moins de blessures. Un jour, une poudrière contenant treize mille kilogrammes de poudre prit feu subitement et tua un certain nombre de travailleurs. Néanmoins, étant donnée la durée de l'entreprise et la présence constante de quinze cents à dix-huit cents ouvriers, on peut dire que les accidents furent rares.

IV

L'ACHÈVEMENT

Les travaux se poursuivaient depuis plus de treize ans déjà, lorsque le matin du 25 décembre 1870, l'ingénieur français crut entendre devant lui un bruit régulier, à peine perceptible, mais de plus en plus distinct. En effet, c'étaient les mineurs qui se rapprochaient.

Une pareille nouvelle était bien faite pour exciter l'ardeur des travailleurs. Enfin, dans la même journée, la sonde franchissait le dernier diaphragme de quatre mètres qui séparait les deux galeries. On se parlait à travers le faible orifice ouvert par le fleuret.

On constata que, malgré la difficulté de l'entreprise, la déviation de la ligne droite avait été insignifiante. Les axes des galeries se rencontraient avec un faible écart latéral de quarante centimètres et une erreur de niveau de soixante centimètres. C'était merveilleux.

La joie était immense sur les deux chantiers. On résolut de célébrer cet événement en lui donnant une certaine solennité.

Dès le lendemain, malgré la rigueur de la saison, tout le haut personnel de l'entreprise, convoqué par télégramme, arrivait dans un train spécial et se dirigeait, précédé de musiciens, vers le fond de la galerie. On avait tenu à faire tomber la dernière barrière en sa présence et

à lui faire l'honneur de franchir le premier le tunnel dans toute sa longueur.



Entrée du tunnel à Bardonnèche.

Toute la nuit avait été employée à préparer les mines. Au moment solennel, quand on fut bien sûr que chacun était convenablement garé, les fourneaux furent enflammés tous à la fois. L'explosion de cette der-

nière mine fut formidable; toutes les lampes s'éteignirent, l'air fut instantanément changé en une atmosphère irrespirable, tellement chargée de sulfures et d'acide carbonique, que l'on craignit pendant un moment de voir cette fête imposante changée en une catastrophe générale. Heureusement que les machines, en versant des torrents d'air frais, remirent en peu de temps les poumons en état de fonctionner.

Ce fut ensuite à qui franchirait le passage; enfin un solennel banquet réunit tous les collaborateurs de l'œuvre.

Dès le moment où se rejoignirent les deux galeries, une grande inquiétude demeura quelque temps dans les esprits. On se demandait avec anxiété s'il serait possible de respirer sous un tunnel aussi long, une fois les machines à air retirées par suite de l'achèvement du travail. Cette préoccupation tourmenta les ingénieurs jusqu'au jour où l'exploitation fut ouverte, tant on avait répété que la ventilation ne se ferait pas et que la fumée des locomotives rendrait l'air irrespirable.

En réalité, l'aération se fait dans d'excellentes conditions hygiéniques résultant de la nature même des choses. Le tunnel du Fréjus présente une pente très accentuée de Modane à Bardonnèche; elle est, on s'en souvient, de plus de deux pour cent jusqu'à la moitié du parcours, tandis que la contre-pente, sur une même longueur, est à peine supérieure à un demi pour mille. Il en résulte entre les deux extrémités une différence de niveau de plus de cent quarante-huit mètres, qui transforme le tunnel en une véritable cheminée dans laquelle s'établit un tirage sensible, suffisant pour assurer le dégagement des fumées et des gaz. Habituellement ce tirage ascensionnel a lieu de France en Italie; mais quand, malgré la différence d'altitude, la température est plus élevée sur le versant français que sur le versant italien, le tirage se renverse, il s'opère du côté de Modane et la fumée sort du côté français.

Il fallut jusqu'au mois de septembre suivant pour mettre le tunnel en état d'exploitation.

Au mois d'août 1871, avait lieu son inauguration solennelle.

Du côté de l'Italie, ce fut un enthousiasme indescriptible, touchant presque au délire. L'œuvre semblait aux Italiens leur être tellement personnelle qu'ils en oublièrent, dans leurs réjouissances publiques, de mentionner même le nom de leurs collaborateurs français.

Un monument, plus remarquable par son originalité que par sa valeur artistique, dressé sur une des places de Turin, célèbre la gloire des seuls ingénieurs italiens, comme si l'œuvre leur était uniquement due.



Inauguration du tunnel. — Sortie du côté de Modane.

Or il est à remarquer que le percement du mont Cenis ne put être assuré que grâce au concours des étrangers. C'est ce que fit ressortir avec un grand à-propos notre ministre, M. Victor Lefranc, qui représentait la France au banquet d'inauguration, où l'on exaltait l'Italie et ses ingénieurs en omettant ses plus essentiels collaborateurs.

En effet, l'idée de la traversée du mont Cenis au moyen d'un tunnel appartient à un Savoisien, Joseph Médail. Les études du tracé sont dues à l'ingénieur belge Maus. Ce fut un savant suisse, Daniel Colladon, qui eut le premier la pensée de demander à la compression de l'air la force motrice nécessaire et qui donna les premières machines utilisables aux lieu et place des engins inventés par les ingénieurs italiens Sommeillier, Grandis et Grattoni. Un Anglais, Bartlett, conçut la première machine à percer mécaniquement la roche, laquelle fut, il faut le dire, admirablement perfectionnée par Sommeillier, qui était lui-même savoisien et non italien.

Cette œuvre grandiose, dont l'Italie s'attribuait exclusivement le mérite, avait en outre reçu le concours de l'argent et du travail français. Lorsque la cession de la Savoie et de Nice fut réglée, la France s'engagea dans l'entreprise pour une somme de dix-neuf millions de francs sur le montant des travaux restant à faire. Notre pays accordait au gouvernement italien un laps de vingt-cinq années pour achever l'œuvre. De plus, il promettait une prime de cinq cent mille francs par année gagnée sur le délai fixé ; cette prime devait monter à six cent mille francs par année si l'économie du temps dépassait quinze ans.

A l'époque dont nous parlons, aucun entrepreneur n'eût consenti à se charger d'un pareil travail à ses risques et périls; aussi l'opération fut-elle poursuivie en régie par l'État pendant la plus grande partie de son exécution. En 1867 seulement, alors qu'on travaillait depuis dix ans et que le succès final était positivement assuré, le gouvernement italien contracta avec les ingénieurs Sommeillier et Grattoni un marché à forfait.

L'Etat prêtait sans rétribution tout le matériel d'exploitation et de construction; il payait, au prix de quatre mille huit cent dix-sept francs le mètre courant, les quatre mille trois cent soixante-treize mètres restant à percer. De leur côté, les entrepreneurs ramenaient à la date du 1er janvier 1872 la livraison du tunnel et acceptaient une retenue de mille francs par jour de retard dans cette livraison; par contre, ils devaient recevoir une gratification de même importance pour

chaque jour d'avance, plus la moitié de la prime de six cent mille francs allouée par la France.

On voit par là que les ingénieurs italiens recueillirent tout à la fois gloire et profit dans leur entreprise.

Il est inutile de s'étendre sur les conséquences économiques d'un pareil travail. Au besoin, il suffirait de se rappeler la joie sans pareille éprouvée à Turin et les fêtes qui s'y donnèrent à propos de l'inauguration du tunnel. Cette ville, que l'annexion récente de la Sardaigne au Piémont venait de déposséder du titre et du rôle de capitale, comprenait que le nouveau passage lui rendait une partie de ses avantages en la constituant la première étape des étrangers sur la terre d'Italie.

Considérée dans son ensemble, la percée du mont Cenis fut une œuvre des plus honorables pour l'art des ingénieurs au XIXe siècle. C'était la première fois qu'on abordait le problème d'une très longue perforation sans communication avec l'extérieur. Tout était nouveau dans cette gigantesque entreprise : les études, les procédés d'attaque et d'aération, l'outillage. Les travaux analogues accomplis depuis ont tous emprunté aux chantiers du mont Cenis, en les perfectionnant, leurs méthodes d'exécution. Aussi, malgré leur supériorité incontestable, l'entreprise du mont Cenis demeurera-t-elle toujours un titre de gloire pour ceux qui l'ont menée à bonne fin.

LE

TUNNEL DU SAINT-GOTHARD

I

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL

En creusant le souterrain de Fréjus, on avait amélioré les moyens de communication entre la France et l'Italie; on n'avait nullement créé une voie nouvelle pour les transactions des deux pays. Lorsqu'on voulut creuser le tunnel du Saint-Gothard, on ne prétendit pas davantage imposer un état de choses nouveau à la Suisse et à l'Italie; on voulut uniquement mettre au niveau des nécessités modernes les moyens dont ces deux pays voisins disposaient pour leurs échanges.

Le courant des affaires et des voyageurs suivait la route du Saint-Gothard depuis de nombreux siècles, malgré les dangers et les catastrophes; il fallait respecter ces traditions, imposées d'ailleurs par les dispositions géographiques.

De 1820 à 1832, l'ancien sentier des piétons et des bêtes de somme fut transformé en route carrossable. Le mouvement des voyageurs et des marchandises grandit aussitôt en raison des commodités nouvelles, et l'on constatait chaque année un passage de soixante mille personnes à l'époque où s'ouvrit le tunnel.

Dès 1846 cependant le gouvernement piémontais se préoccupait de répondre aux exigences de ce trafic sans cesse grandissant; il acceptait en principe l'idée de franchir les Alpes suisses par un chemin de fer, ainsi qu'il le projetait pour les Alpes pennines.

Des difficultés financières laissèrent inexécuté le plan qui consistait à rejoindre Zug et Lucerne, en Suisse, à Côme et au lac Majeur, créant ainsi, de chaque côté du Saint-Gothard, une double bifurcation vers le nord et vers le sud. En 1869, une convention liait la Suisse et l'Italie, mais restait sans effet; la confédération s'apercevait trop tard qu'elle avait promis une contribution pécuniaire disproportionnée avec ses forces.

Deux ans se passèrent ainsi, lorsque l'Allemagne, qui était résolue à continuer de faire à la France une guerre acharnée, entrevit dans le percement du Saint-Gothard un moyen de nous battre sur le terrain économique après nous avoir vaincus sur les champs de bataille.

Elle proposa d'intervenir dans la difficulté pendante entre la Suisse et l'Italie en souscrivant les fonds nécessaires à l'entreprise.

Si admirable que ce travail soit au point de vue de l'ingénieur, qu'il nous soit permis du moins de faire remarquer en passant qu'il fut exécuté dans un but hostile à notre patrie, et de regretter d'autant plus le mobile qui en assura la réalisation, que les ressources nécessaires ont été fournies par l'or de notre rançon.

La ligne à créer ne comptait qu'une longueur de deux cent soixante-trois kilomètres; mais elle avait à traverser les contrées les plus accidentées, au milieu des plus grandes difficultés. Son exécution comportait un nombre considérable de travaux d'art: ponts, viaducs et tunnels; mais l'œuvre capitale de l'entreprise était la traversée du Saint-Gothard, qu'il fallait transpercer par un tunnel auquel on donnait quinze kilomètres de parcours.

Le succès du mont Cenis était un encouragement; les ingénieurs, tout fiers de leur succès, comptaient maintenant pour rien les obstacles les plus sérieux.

C'est, en effet, par le nombre et l'importance des difficultés vaincues bien plus encore que par l'immensité du travail que le percement du Saint-Gothard s'impose à l'admiration.

La voie devait percer la montagne à l'altitude de onze cent neuf mètres en Suisse et de onze cent quarante-cinq mètres en Italie; elle devait passer à deux mille mètres au-dessous du sommet de la montagne et, dans son parcours, pénétrer à trois cents mètres au-dessous du fond de la vallée supérieure d'Andermatt, qu'elle franchissait de part en part.

Les points d'accès étaient fixés : en Suisse, à Gœschenen ; en Italie, à

Airolo. La voie devait monter d'à peu près six pour mille en partant de Gœschenen et redescendre vers Airolo dans une proportion de un à deux pour mille. Ses dimensions en hauteur et en largeur devaient être les mêmes qu'au Fréjus.

Comme pour le mont Cenis, on a donné à la nouvelle voie le nom de la montagne principale du massif; mais, de même que le tunnel des Alpes pennines, quoique percé sous le Fréjus, est appelé « tunnel du mont Cenis », de même le tunnel dit du Saint-Gothard ne traverse point le pic de ce nom; il est ouvert sous le Kastenhorn, et met en communication la rive droite de la Reuss avec la rive gauche du Tessin, tandis que le Saint-Gothard proprement dit est sur la rive gauche de la Reuss.

La nature géologique du massif à traverser avait été étudiée par le savant professeur Giordano avec autant de soin que de Sismonda en avait mis dans ses études du Fréjus. Il avait constaté qu'en allant de Gœschenen à Airolo se rencontrait d'abord un terrain de *gneiss* plus ou moins homogène, sur une longueur de deux mille deux cents mètres. Pendant le kilomètre suivant se succédaient des terrains de *gneiss* schisteux et de calcaire cristallin alternant entre eux. Une longue suite de *gneiss* fort riches en mica, par conséquent devant opposer de la résistance à l'outil, se présentaient après. Les terrains suivants, pétris de schistes, rendent ces roches moins dures; mais la série leur succédant contenait de nombreux rognons de quartz et quelques filons métalliques. Enfin les trois mille cinq cents derniers mètres étaient composés de roches amphiboliques.

Contrairement à ce qui s'était passé au mont Cenis, le gouvernement ne voulut point se charger de l'entreprise. Le conseil fédéral et le gouvernement italien décidèrent de laisser la Compagnie du chemin de fer du mont Saint-Gothard absolument maîtresse de ses allures. Celle-ci résolut de recourir à l'adjudication.

Sept entreprises se présentèrent, mais on retint seulement les offres de trois d'entre elles. L'entreprise Louis Favre, de Genève, fut déclarée adjudicataire : ses conditions de prix offraient une différence de près de quinze millions de francs sur ses concurrents; en outre, elle demandait un an de moins pour l'achèvement du tunnel.

Celui qui entreprit ce beau travail, Louis Favre, était un simple ouvrier charpentier que sa haute intelligence avait mené rapidement à la fortune. Il avait exécuté de la façon la plus remarquable une série de

grands travaux délicats et difficiles lors de la construction du réseau de Paris-Lyon et de ses prolongements. Il jouissait d'une belle aisance légitimement acquise lorsque cette grosse opération du Saint-Gothard vint le tenter dans sa retraite.

Se fiant à sa grande pratique des entreprises de ce genre, jaloux de prouver qu'on pouvait faire mieux et plus vite qu'au mont Cenis, il ne craignit pas d'accepter les conditions vraiment exorbitantes que lui imposa la Compagnie.



Carte de la traversée du Saint-Gothard.

Il s'engageait à déposer un cautionnement de huit millions de francs. Tous les travaux, de quelque nature qu'ils fussent, nécessités par le percement du tunnel, étaient à ses frais. Il n'était tenu aucun compte des difficultés imprévues ou exceptionnelles qu'il pouvait rencontrer, ni même des cas de force majeure.

Le prix à lui payer était fixé à deux mille huit cents francs le mètre courant, non compris la maçonnerie et la voie définitive.

Le tunnel devait être complètement achevé dans un délai de huit années, sous peine d'une retenue de cinq mille francs par jour de retard; si le retard dépassait six mois, la retenue montait à dix mille francs par jour; si, au bout de la neuvième année, la livraison n'avait pas lieu, le cautionnement de huit millions pouvait être retenu entièrement.

Si l'on compare les conditions imposées pour l'exécution du tunnel du Saint-Gothard, long de quinze mille quatre-vingt-dix mètres, à celles qui régirent les travaux du mont Cenis, long de douze mille deux cent trente-trois mètres, on trouve, en tenant compte des délais imposés, que l'avancement devait être dans le rapport de un à deux. Quant à la dépense, elle devait atteindre à peine les deux tiers de celle du mont Cenis.



Portrait de Louis Favre, entrepreneur des travaux du Saint-Gothard

Le fameux tunnel du mont Hoosac, dans le Massachusets, à propos duquel les ingénieurs américains avaient su se faire décerner tant d'éloges et dont la longueur totale ne dépassait point sept mille six cent trente-quatre mètres, avait coûté six mille cent francs le mètre courant, et il avait fallu onze ans pour l'achever.

Aussi doit-on dire que presque personne ne crut réalisables les clauses du marché souscrit par l'entrepreneur Louis Favre. Nous allons voir de quelle façon cet homme énergique sut venir à bout de sa tâche.

II

LES MOYENS D'EXÉCUTION

Non seulement les obstacles prévus au Saint-Gothard devaient être considérables, mais ils devaient dépasser tous ceux que l'on avait rencontrés jusque-là dans les travaux de ce genre.

La nature des roches à traverser, qui appartenaient toutes à la formation ignée, devait rendre le percement difficultueux. On prévoyait également, du côté italien, la rencontre de couches fendillées; cependant rien ne pouvait faire présager les difficultés exceptionnelles en présence desquelles on allait se trouver.

A peine se fut-on installé sur les chantiers, qu'on s'aperçut des plus graves erreurs commises par les ingénieurs de la Compagnie sur le volume des eaux utilisables pour la production de la force motrice. Il fallut procéder à des dérivations coûteuses et pleines de difficultés.

Du côté suisse, la Reuss, dont le cours est si fougueux, devait fournir toute l'eau nécessaire. Du côté italien, on dut renoncer au Tessin, dont le cours trop lent aurait exigé une dérivation trop importante; on emprunta donc les eaux de la Tremola, un de ses affluents. Mais la jauge de cette rivière tombait si bas en hiver, par contre, son lit, très encaissé, est tellement encombré par les avalanches du printemps, que le canal de prise d'eau ne pouvait s'installer dans aucun endroit accessible en hiver. On fut contraint d'aller chercher la prise d'eau en un point très élevé, hors de portée des avalanches; puis, au moyen d'une canalisation longue de mille mètres, de jeter dans le Chiasso, torrent à l'abri des avalanches, toute l'eau prise à la Tremola. On obtint ainsi une chute de cent quatre-vingts mètres de hauteur, dont l'eau, enfermée dans des conduites très résistantes, actionnait des turbines chargées de mettre en mouvement les *compresseurs* à air.

Cela ne suffit pas encore, tant la Tremola est d'un débit variable : à la suite des infiltrations, elle avait fini par ne plus débiter que cent litres à la seconde. Malgré la difficulté et la dépense, on recourut au Tessin,

qu'on avait rejeté pendant les premières années, et l'on dut lui demander un supplément de force motrice. Cette rivière, encaissée entre deux murs à pic formés de roches éboulantes, coule avec la pente restreinte de cinq pour mille. On créa une canalisation qui fut elle-même un tour de force. Il fallut tailler tout le long de ces roches sans consistance un canal de trois mille quatre cents mètres débitant un mètre cube par seconde; à force d'adresse et de travail, on parvint à le loger dans le flanc de ces gorges, tantôt sous le sol et tantôt suspendu au-dessus de la rivière. Lorsque la Tremola ne fournissait pas suffisamment, on avait recours à l'eau du Tessin.

Le système de turbines adopté sur les chantiers du Saint-Gothard était les ***roues tangentielles*** du système Girard. D'un diamètre d'un mètre vingt, elles recevaient l'eau sur cent aubes et faisaient environ trois cent cinquante tours par minute.

Les quatre turbines qui y étaient installées, et qu'on avait doublé pour les cas où l'on se servirait du Tessin, produisaient ensemble l'énorme force de mille chevaux-vapeur.

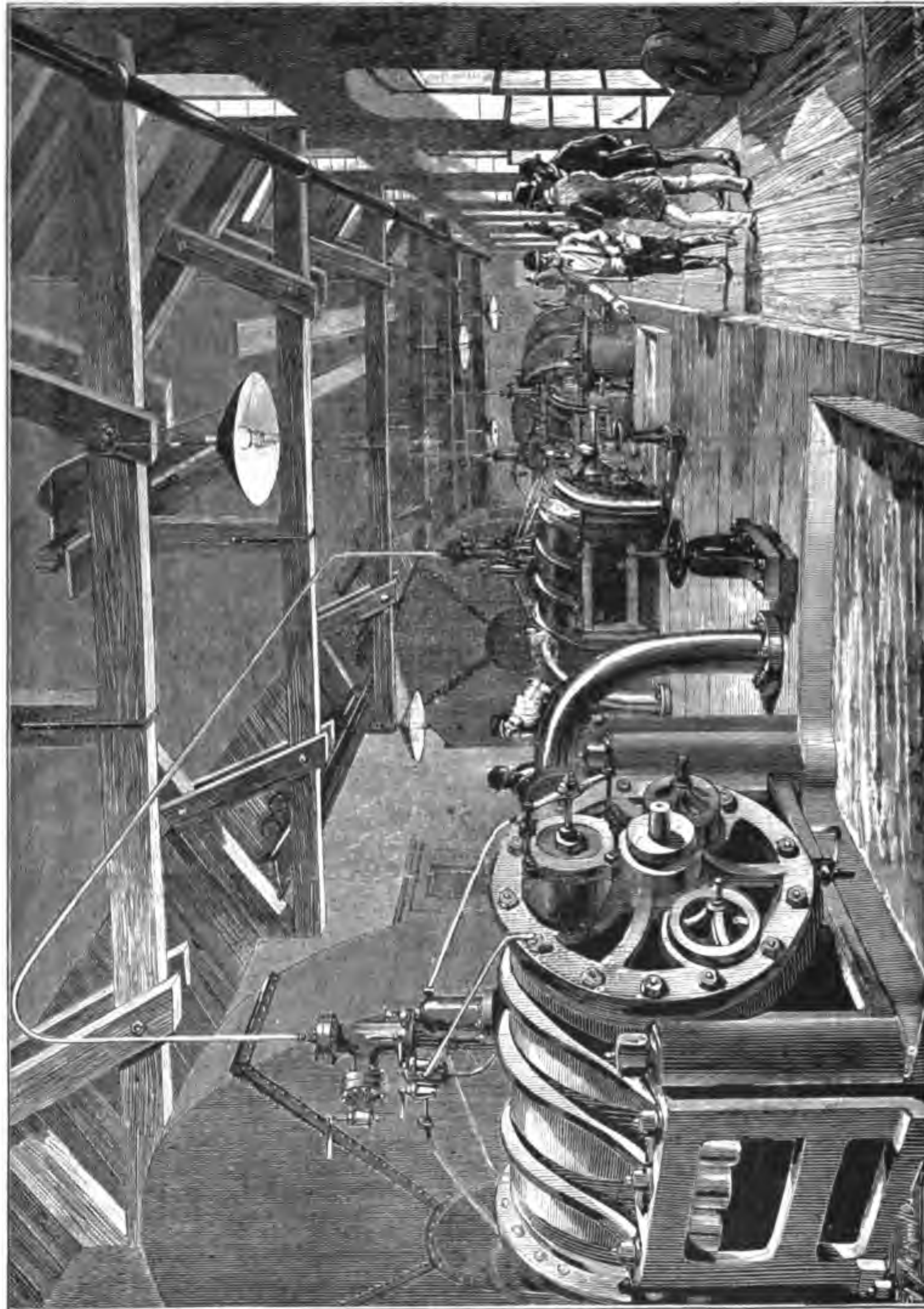
Du côté de Gœschenen, on trouva toutes facilités pour les prises d'eau nécessaires; il y avait là six turbines Girard d'un diamètre de deux mètres soixante, donnant cent soixante rotations sous l'impulsion de douze cents litres à la seconde, avec une chute de quatre-vingt-cinq mètres.

Tous ces moteurs étaient chargés d'actionner des ***cylindres compresseurs*** d'air du système de Colladon. L'entrepreneur Favre eu l'heureuse idée de s'attacher comme ingénieur-conseil l'éminent savant dont le concours précieux mit l'outillage à la hauteur des difficultés à surmonter.

La ***pompe à piston liquide*** du mont Cenis fut remplacée au Saint-Gothard par le ***cylindre compresseur*** d'air. Il y avait entre ces deux appareils une distance égale à celle qui séparait déjà la pompe à piston liquide du primitif et insuffisant ***bélier compresseur***, avec lequel les trois ingénieurs italiens avaient commencé le tunnel du mont Cenis. Le nouveau système était enfin affranchi du principal obstacle insurmonté jusque-là, l'élévation à une température intolérable de l'air comprimé par les machines à grande vitesse.

Le caractère essentiel de ce nouvel engin de Colladon consistait à refroidir l'air pendant sa compression en tenant le piston sous l'action rafraîchissante d'un courant d'eau froide, et en injectant dans l'intérieur

du cylindre une petite quantité d'eau à l'état pulvérulent. Cette pulvérisation était obtenue de la façon la plus simple et la plus sûre au moyen



Salle des cylindres compresseurs d'air, à Gœschenen.

de deux minces jets d'eau venant en sens contraire; leur choc les réduisait en un fin brouillard qui absorbait intantanément la chaleur. Avec une vitesse de deux cents coups à la minute, ces cylindres com-

primaient l'air sous une pression de huit à neuf atmosphères sans échauffement nuisible.

Sur les chantiers du Saint-Gothard, à Gœschenen comme à Airolo, ces cylindres étaient accouplés par groupe de trois sur le même arbre, qu'actionnait une turbine au moyen d'un unique engrenage conique.

Quatre de ces cylindres pouvaient refouler par heure mille mètres cubes d'air sous la pression de huit atmosphères. L'air était emmagasiné dans un énorme réservoir; de là, un tube en fonte le conduisait jus-



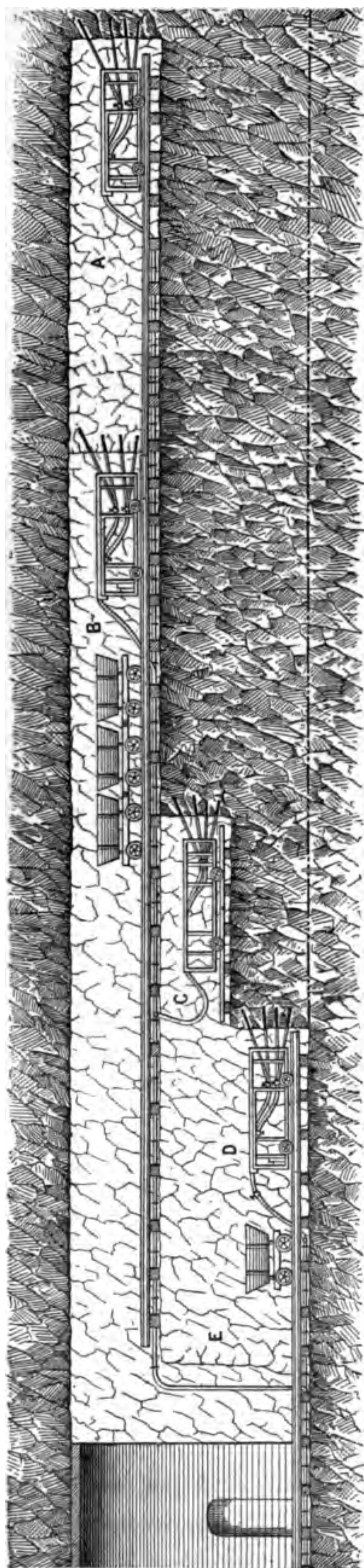
Tunnel du Saint-Gothard.

Au sommet de la voûte, conduite de l'aspirateur à cloche; sur le côté, réservoir d'air comprimé.
Une locomotive à air comprimé sort traînant un convoi.

qu'au fond du tunnel, où il actionnait les outils avec une force de plusieurs centaines de chevaux. En se détendant, il se répandait dans les chantiers, dont il assurait l'aération à raison de huit mille mètres cubes à l'heure.

En théorie, la quantité de deux mille deux cents mètres aurait suffi, puisque le nombre des personnes présentes sur chaque chantier ne dépassait point quatre cents.

L'arrivée de l'air frais, déversé par les machines et par un certain nombre de robinets d'aérage, assurait amplement le renouvellement de l'air; néanmoins l'entreprise voulut mettre ses travailleurs dans les



Coupe longitudinale du système d'excavation au Saint-Gothard.

A. Front de taille. — B. Abatage. — C. Premier étage de la cunette. — D. Deuxième étage de la cunette. — E. Côté du strosse où doit se trouver le fossé d'écoulement. En arrière, la galerie dans sa forme définitive.

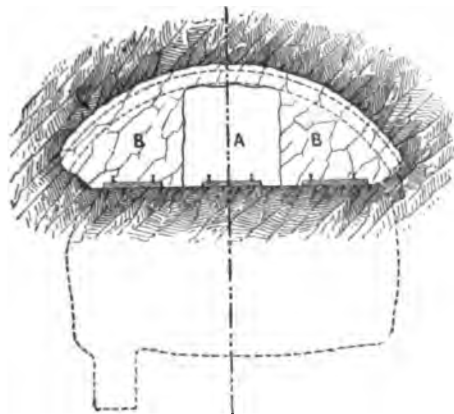
meilleures conditions possibles en activant encore le départ de l'air vicié : à cet effet, on installa un aspirateur à cloche. Cet appareil se composait d'un tube ayant un mètre vingt de diamètre, courant tout le long de la voûte du tunnel, et d'un réservoir qui fournissait une certaine quantité d'air, qui servait à chasser les fumées qu'aspirait en même temps une sorte de machine oscillatoire placée à l'entrée du tunnel. Mais quand on parvint à une certaine pénétration, on reconnut qu'il était plus efficace d'augmenter la proportion d'air refoulé par les machines et de le déverser au moyen des robinets d'aération; l'aspirateur à cloche, devenu insuffisant, fut abandonné.

La puissance et le bon fonctionnement de cet outillage, joints aux perfectionnements apportés aux perforatrices, permirent de surmonter les difficultés exceptionnelles du travail.

On était loin déjà de la perforatrice de Sommeillier. L'admirable outil de l'ingénieur savoisien avait reçu de notables perfectionnements dans les divers pays qui l'avaient adopté. Plus de vingt systèmes différents furent expérimentés au Saint-Gothard, mais on employa principalement les perforatrices de deux systèmes : celles de Mac-Kean, améliorées

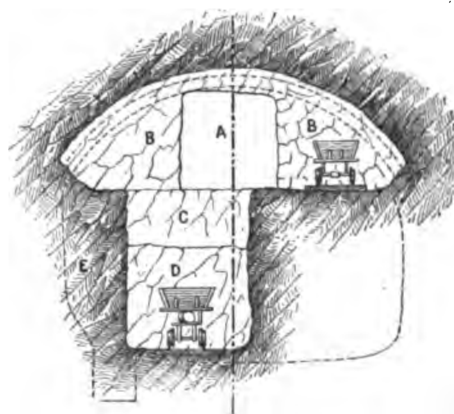
par Seguin, chef des ateliers d'Airolo, lesquelles exigeaient une minime dépense d'air comprimé, et celles que construisit M. Ferroux, chef des ateliers de Gœschenen. Ces dernières étaient remarquables par la facilité et l'aisance de leur maniement.

Une troisième cause de rapidité dans l'avancement des travaux du



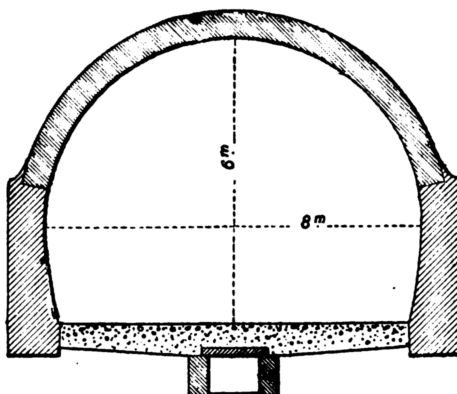
Galerie d'avancement du Saint-Gothard.

A. Front de taille. — BB. Abatages. Les lignes ponctuées marquent le travail à exécuter.



Exécution de la galerie du tunnel du Saint-Gothard.

A. Front de taille. — BB. Abatages. — C. Premier étage de la cunette. — D. Deuxième étage. — E. Côté du strosse contenant le fossé d'écoulement.



Tunnel du Saint-Gothard. — Coupe définitive de la galerie.

Saint-Gothard fut l'emploi exclusif de la dynamite pour le sautage des roches. L'effet utile de cette substance explosive étant de six fois supérieur à celui de la poudre, on conçoit quel avantage considérable il en résulta pour l'exécution du tunnel.

Enfin la méthode adoptée dans l'organisation du travail devait permettre de donner à l'admirable outillage dont on disposait toute l'efficacité dont il était susceptible.

Dans les grandes entreprises de ce genre, il existe deux méthodes

généralement suivies : dans la première, on prend son point de départ du sol même du tunnel, et l'on agrandit la galerie en l'évidant jusqu'à la hauteur voulue ; dans la seconde, on commence par le sommet de la voûte, puis on descend peu à peu jusqu'au niveau nécessaire.

On avait suivi la première méthode au mont Cenis; Louis Favre tint à procéder d'après la seconde, malgré les avis des ingénieurs de la Compagnie du Saint-Gothard. Sa grande expérience des travaux de ce genre le guida merveilleusement dans cette circonstance, car l'énergie qu'il déploya dans l'application cette méthode et l'habileté qu'il apporta dans la conduite de ses travaux comptèrent parmi les causes essentielles de l'exécution du travail dans les délais voulus.

Comme tous les ingénieurs habiles, il était pénétré de la vérité de cet axiome en matière de travaux souterrains : c'est que l'achèvement d'un tunnel est en raison de la rapidité de marche de la galerie d'avancement.

Pour nous faire bien comprendre, qu'on nous permette de mettre sous les yeux du lecteur la façon de procéder dans des travaux de ce genre.

La construction d'un tunnel ne se fait jamais en amenant d'un seul coup la galerie à son diamètre définitif. On commence toujours par creuser une galerie de plus petite section dite galerie d'avancement ou de direction, à laquelle on donne environ deux mètres cinquante de hauteur et de largeur. Le fond de cette galerie, c'est-à-dire la partie sur laquelle s'exercent les plus grands efforts, se nomme le *front de taille*. A deux cents ou trois cents mètres en arrière, on fait tomber les segments appelés *abatages*, où sera placée la voûte. Plus loin, à la même distance et sur le côté, on ouvre un fossé large de trois mètres, appelé *cunette*, qui descend en un ou deux étages jusqu'au niveau fixé pour le tunnel. Encore en arrière, on excave le *strosse* ou parties latérales. Arrivé à ce degré, le tunnel est mis à la section qu'il doit avoir. Enfin, dans la partie inférieure de la cunette, on ménage la place d'un aqueduc destiné à recueillir les eaux d'infiltration.

Tous ces travaux furent exécutés au Saint-Gothard avec une rapidité extraordinaire, grâce à l'emploi des perforatrices partout où la place permettait de loger un affût, et avec le secours de la dynamite. De nombreux wagonnets habilement disposés sur chaque palier de la galerie servaient à l'enlèvement des déblais.

Les progrès réalisés au front de taille par Louis Favre peuvent être taxés de merveilleux si on les compare à ceux du mont Cenis.

En voici d'ailleurs le relevé précis.

Le chantier de Gœschenen commença à fonctionner le 9 décembre 1872.

De ce jour au 1er janvier 1874, on avait avancé de 600 mètres.

En 1874.	1 037	—
En 1875.	1 173	—
En 1876.	1 005	—
En 1877.	1 232	—
En 1878.	1 309	—
En 1879.	1 177	—
En 1880, jusqu'au 29 février, jour de la rencontre avec la percée d'Airolo.	211	—
Total :	7 744	mètres.

Le chantier d'Airolo, ouvert le 13 septembre 1872, avait avancé, à la date du 1er janvier 1874, à la profondeur de 586 mètres.

En 1874.	757	—
En 1875.	1 256	—
En 1876.	1 021	—
En 1877.	994	—
En 1878.	1 231	—
En 1879.	1 856	—
En 1880, jusqu'au 29 février, jour de la rencontre avec la percée de Gœschenen. . . .	172	—
Total :	7 873	mètres.
En résumé, l'on perça du côté de Gœschenen	7 744	mètres.
Du côté d'Airolo	7 873	—
Longueur totale des percements :	15 617	mètres.

Il convient de dire que ces chiffres comprennent d'abord les avançages, pratiqués à la main avant l'installation du travail mécanique, et qui ne font pas partie du tunnel lui-même, de plus une galerie de cent quarante-cinq mètres de longueur, nécessitée par le débouché en courbe du tunnel dans la vallée du Tessin, à Airolo. La galerie souterraine proprement dite compte seulement quatorze mille neuf cent vingt mètres de développement.

Au Saint-Gothard, chaque palier avait son petit chemin de fer emportant les déblais et amenant les outils, les provisions, les matériaux. Un plan incliné conduisait tous les wagonnets jusqu'à la ligne principale,

où l'on en formait des trains pour conduire les déblais à la décharge. A l'intérieur de la galerie, depuis le front d'attaque jusqu'à la partie achevée du tunnel, les wagonnets dont le cube ne dépassait pas un mètre étaient traînés par des chevaux. A partir de ce point, c'étaient des locomotives qui les conduisaient à destination.

Ces locomotives étaient également une innovation. On avait repoussé comme trop lente la traction par chevaux; l'usage de la vapeur était impossible; on demanda encore à l'air comprimé la force nécessaire à cet important service. Les locomotives en question se composaient de réservoirs cylindriques en tôle solide montés sur un wagon et dans lesquels on comprimait de l'air; un mécanisme approprié laissait échapper cet air contre des pistons moteurs qui entraînaient toute la charge à remorquer. Chaque locomotive pouvait contenir assez d'air pour fonctionner durant plusieurs kilomètres sans renouveler sa provision.

Elles furent des auxiliaires d'une utilité extrême, car, outre les déblais cubant plus de neuf cent mille mètres dont il fallait se débarrasser, on avait encore à introduire dans le tunnel les équipes d'ouvriers allant à leur travail ou en revenant, les outils de tout genre et les matériaux que nécessitait la maçonnerie de la voûte.

III

LA LUTTE CONTRE LA MONTAGNE

La rapidité d'exécution d'un travail de ce genre dépend pour beaucoup de la nature des terrains à traverser. Ceux qui composent le ***Kastenhorn*** sont d'origine ignée ou métamorphique, et la roche, formée de granit et de schistes micacés, était particulièrement dure et difficile à travailler.

La dureté de la roche n'influe pas seule sur la rapidité des travaux; la facilité d'enlèvement des déblais est un des points les plus importants; or l'état d'humidité du sol est l'élément principal de succès ou de difficultés.

Au Saint-Gothard, les difficultés locales et physiques ont été exceptionnellement graves; celles que l'on rencontra pour les dérivations des torrents et la création des forces motrices en sont un exemple.

Aux difficultés du climat, de la localité, des grands amas de neige, vinrent s'ajouter, dans le souterrain d'Airolo, des incidents de force majeure d'une excessive gravité. C'était d'abord la nature friable du terrain à percer, ensuite les nombreuses fuites d'où sortaient du limon et des graviers qui affluaient subitement dans la galerie, et surtout les infiltrations d'eau, dont le volume et la violence étaient tout à fait extraordinaires.



Travaux de boisage sous la vallée d'Unterseren (Atdermat.)

Les cataractes s'échappant de la voûte et des flancs du tunnel, lequel n'avait qu'un millième de pente, transformèrent, pendant près de dix-huit mois, le souterrain d'avancement, les abatages et la cunette, en une rivière au fond de laquelle il fallait chercher les déblais, poser et maintenir la voie, travailler aux percements inférieurs.

Deux ou trois citations empruntées à l'un des historiens du tunnel [1] feront apprécier la grandeur de cet obstacle.

[1] M. Louis Figuier.

Au mont Cenis, le maximum des infiltrations n'avait pas dépassé deux à trois litres par seconde.

Au mont Hoosac, d'après les rapports officiels, on considéra comme un grave obstacle, ayant nui notablement à la rapidité d'exécution et ayant augmenté la dépense, un volume d'infiltration de dix-huit litres d'eau par seconde.

Or, dans le premier rapport publié par la direction et l'administration de la Compagnie du Saint-Gothard, le rapporteur, parlant des infiltrations du sud du tunnel, qui à cette époque ne s'élevaient encore que de quinze à trente litres d'eau par seconde, appelle cet afflux « un petit torrent et un débit d'eau de proportions extraordinaires ».

En mai 1873, le débit des eaux d'infiltrations s'élevait rapidement jusqu'à atteindre, en décembre, dans les micaschistes talqueux et granitifères, le chiffre déjà considérable de deux cents litres; le front d'attaque fournit à lui seul plus de quarante litres. En janvier 1874, on comptait de deux cent trente à deux cent cinquante litres : ce qui répond à plus de huit cent mille litres d'eau à l'heure.

Cette véritable rivière, grossissant, montait dans la cunette à une hauteur de cinquante centimètres. La galerie était transformée en un véritable aqueduc.

Quelques-uns de ces courants d'eau, lancés avec la violence d'une pompe à incendie, atteignaient la grosseur du bras. A un certain moment même, les irruptions étaient tellement puissantes, qu'il avait été indispensable d'adopter une méthode particulière pour le bourrage des trous de mines afin de maintenir à la place voulue la charge de dynamite que la poussée de l'eau chassait hors de son alvéole. La cartouche était enfermée dans un tube de fer blanc que l'on coinçait solidement contre la paroi du trou, après quoi le feu y était mis comme d'habitude.

On travailla durant toute une année au milieu de ces débordements de la roche, et cependant on parvint à avancer de deux mètres par jour! Ce fut une délivrance quand on aborda enfin la roche compacte.

A Gœschenen, on n'eut d'abord presque rien à démêler avec les terrains meubles, mais on arriva bientôt en face de roches composées d'un quartz presque pur, dont la dureté émoussait en quelques instants les fleurets les mieux trempés. Puis, quand on parvint sous la vallée d'Unterseren, on fit, à plusieurs reprises, la rencontre de couches d'argile mélangée de gypse. Cette matière se laissait aisément traverser; mais, par suite de la pression qu'elle subissait entre les lits de roches



L'entrée du tunnel près de Gœschenen.

dures et par suite de l'action de l'air humide, elle gonfla et se mit à former une masse irrésistible écrasant les boisages et grossissant toujours.

Le tunnel était menacé d'obstruction. Il fallait tenir ces masses plastiques en respect, à mesure que l'on avançait, au moyen d'un revêtement composé d'énormes pièces de bois.

Plus tard, quand le revêtement en bois dut être remplacé par une voûte en maçonnerie, on fit de nouvelles expériences de plus en plus amères. La première voûte céda sous la pression; la seconde aussi, quoique l'on y eût employé des blocs de granit d'une épaisseur d'un mètre.

Quelques-unes de ces *mauvaises places,* comme on les appelait, obligèrent à recommencer l'opération trois et quatre fois. Il est telle de ces *places* où chaque mètre d'avancement nécessita une dépense de vingt-cinq mille francs.

La masse d'air dont on pouvait disposer était sans doute relativement énorme et, dans tous les cas, infiniment supérieure à tout ce que l'on avait pu produire jusque-là dans des travaux analogues. Cependant il ne faut pas croire que le séjour au fond du tunnel était agréable et même possible pour tous. Outre l'accroissement constant de la chaleur au fur et à mesure qu'on s'enfonçait sous le sol, la température n'était pas inférieure à trente degrés centigrades. Dans un milieu saturé d'humidité comme l'était celui-là, cette température anéantissait complètement les forces humaines. Les hommes, complètement nus, travaillaient chaussés d'énormes bottes rendues indispensables par l'inondation de la galerie; malgré cela, ils étaient incapables d'un effort sérieux; le moindre mouvement, la parole même était une fatigue, le travail produit dans ces conditions presque nul.

Tous les ouvriers devinrent peu à peu anémiques, furent obligés de quitter le chantier et remplacés par d'autres qui ne produisaient pas plus et n'avaient pas leur expérience.

On se fera une idée de ce qu'était la vie dans le tunnel pendant le dernier hiver, quand on saura que le cœur arrivait à battre cent cinquante-cinq à cent soixante pulsations par minute et que la température interne du corps humain dépassait trente-neuf degrés.

Après le percement, la température ne changea pas beaucoup, mais il se produisit généralement, soit dans un sens, soit dans l'autre, un courant d'air qui rendit la situation plus tolérable en détruisant la satu-

ration. Mais les jours où l'équilibre s'établissait entre les pressions atmosphériques aux deux embouchures, le tirage cessait et le tunnel redevenait presque aussi mauvais qu'avant.

Des accidents assez graves vinrent, à plusieurs reprises, entraver encore la marche du travail. Un dépôt de dynamite fit explosion et répandit une telle terreur parmi les ouvriers, qu'ils ne voulaient plus revenir sur les chantiers. Il fallut un certain temps pour obtenir leur retour progressif. En juillet 1875, les ouvriers, découragés par les difficultés du travail, rebutés par les maladies qui sévissaient parmi eux, se révoltèrent. En septembre 1877, un violent incendie, qui dévora pendant deux jours le village d'Airolo, amena une perturbation profonde dans les travaux de ce côté de la galerie.

Mais le jour le plus triste fut celui du 10 juillet 1879. L'entrepreneur, Louis Favre, avait fait une visite à l'intérieur du tunnel, du côté de Gœschenen, en compagnie d'un ingénieur du chemin de fer de Paris à Lyon. Comme il revenait, il tomba dans les bras d'un de ses compagnons, foudroyé par la rupture d'un anévrysme; quelques secondes après il expirait.

Il serait impossible de décrire la consternation des ouvriers à la vue de leur chef succombant subitement sous leurs yeux. Ils avaient foi en cet homme d'une infatigable énergie, en ce chef expérimenté qu'aucun obstacle n'avait pu abattre, en cet entrepreneur bon et humain qui, malgré sa haute position, écoutait avec bienveillance tout employé qui se réclamait de lui.

Ils voulurent transporter à bras son corps jusqu'au lac de Lucerne, à plus de trente kilomètres de Gœschenen; à travers les sentiers et les longs détours de la montagne, on vit passer le lugubre cortège des ouvriers du tunnel portant sur un brancard improvisé le corps de leur patron. De même que chacun se découvre devant le vaillant soldat qui a succombé sur le champ de bataille pour sa patrie et pour son drapeau, les habitants des villages que l'on traversait se découvraient avec tristesse et respect pour honorer celui qui venait de mourir au champ d'honneur du travail et du progrès.



La rencontre des ouvriers mineurs au Saint-Gothard, le 29 février 1880.

IV

LA FIN DE L'ŒUVRE

La mort de Louis Favre n'apporta point d'entraves à la continuation des travaux. Des collaborateurs dévoués se chargèrent de diriger pour le compte de sa famille l'entreprise fondée par lui; ils surent la mener à bien en s'inspirant des idées et des sentiments de leur chef et ami.

Il y avait sept ans et cinq mois que l'on marchait à la rencontre l'un de l'autre dans les conditions que nous avons dites, lorsque, le 28 février 1880, à sept heures du soir, la sonde rencontra le vide. Depuis le mois de décembre précédent, prévoyant la solution projetée prochaine, on avait relié télégraphiquement les deux chantiers, ce qui permettait de suivre de très près les progrès des mineurs.

Dès qu'on put communiquer de vive voix, on convint de remettre au lendemain l'élargissement du trou. Mais les amis de Louis Favre, qui se trouvaient là, tinrent à donner à leur chef vénéré un touchant témoignage de leur affectueux souvenir; ils firent passer à travers le trou de sonde une photographie de celui qui, ayant été à la peine, n'avait cependant pu être à l'honneur.

« S'il n'a pu franchir réellement le premier ce passage qui est son œuvre, disaient-ils, du moins il le franchira en effigie; de cette façon, il sera toujours le premier à inaugurer le tunnel. »

Le lendemain, 29 février, dix coups de mine partant à la fois faisaient tomber le dernier obstacle.

On constata, non sans fierté, que les calculs avaient été si précis, que l'écart entre les deux axes opposés était à peine d'un décimètre en hauteur et de moins de deux décimètres dans le sens latéral.

De si merveilleux résultats demandent à être expliqués. Il est intéressant de savoir comment deux travailleurs, placés en sens opposés, peuvent cheminer souterrainement sans erreur et comme s'ils opéraient à la lumière du soleil, puis se rencontrer exactement au point prévu.

Les erreurs possibles se traduisent par une différence soit de niveau, soit sur l'horizon, soit sur la longueur. Cette dernière n'a aucune importance; une erreur de niveau peut se rectifier; la déviation latérale est la plus grave, et les mesures prises contre elle offrent par cela même plus d'intérêt.

La vérification des lignes d'axe, pendant la durée des travaux, était assurée au moyen de deux observatoires placés, l'un à Gœschenen, à la distance horizontale de cinq cent quatre-vingt-quatre mètres du portail, l'autre à Airolo, à trois cent cinquante-huit mètres de l'entrée sud. Leur toit était mobile et pouvait s'enlever. Chacun de ces observatoires contenait un pilier en granit dont la place avait été déterminée trigonométriquement. Ce pilier pouvait recevoir de grands instruments de passage qu'on posait sur le prolongement de l'axe qu'ils devaient guider.

Contre les flancs de la montagne, et dans la verticale des axes, on avait placé des repères visibles pour les calculateurs des observatoires. Ils se composaient d'un disque blanc percé au centre d'une petite ouverture derrière laquelle on posait une lampe quand on faisait des observations de nuit.

Tant que la galerie n'atteignit qu'une profondeur modérée, les observatoires suffisaient pour les vérifications. Quand il devint difficile d'apercevoir les lampes à pétrole employées dans ces expériences, il fallut se servir, pour chaque vérification, d'instruments à réversion avec lesquels on opérait dans l'intérieur même des galeries. Quand les deux opérateurs s'étaient mis d'accord sur leurs visées, on reportait la position au plafond au moyen d'un fil à plomb et l'on traçait à la lime un point de repère sur une tige métallique scellée dans la voûte. Puis on retournait la lunette pour vérifier avec les repères précédents.

Cette opération, qui se pratiquait tous les deux cents mètres, exigeait la suspension de tout travail dans la galerie. Il ne fallait aucune trépidation pouvant influencer les instruments; de plus, il était nécessaire d'assurer par une ventilation énergique préalable la pureté de l'atmosphère du tunnel, afin d'éviter les aberrations visuelles.

Ces points de prolongement établis, on reprenait le travail en rectifiant, s'il y avait lieu, la direction du front de taille.

Une fois la percée faite, on se hâta de procéder aux derniers travaux. D'ailleurs, on n'attendit pas leur achèvement pour mettre le tunnel en



Le mont Saint-Gothard ; vue prise d'Airolo.

service; dès le mois d'avril 1880, il servait au passage de la poste entre Gœschenen et Airolo.

Il fallut encore près de deux ans avant de livrer la voie au trafic, car les ouvrages abondent sur cette ligne et présentent les particularités les plus curieuses.

Du lac de Zug à la frontière italienne, cette ligne de deux cents kilomètres présente encore cinquante tunnels d'une longueur totale de plus de vingt kilomètres, quarante-cinq ponts principaux, neuf viaducs, sept galeries couvertes contre les avalanches, sans compter les autres ponts, remblais et tranchées établis pour la plupart en dehors des données habituelles. Mais la plus grande curiosité de cette ligne est, indépendamment du grand tunnel du Kastenhorn, une suite de sept tunnels hélicoïdaux au moyen desquels les ingénieurs ont racheté des différences considérables de niveau dans les gorges étroites de la montagne.

De grandes fêtes avaient célébré le percement de la galerie; des fêtes non moins solennelles furent données lors de l'inauguration de la ligne. A celles-là on ne vit aucun délégué français, puisque la ligne avait été construite, malgré l'énormité de la dépense, dans le but essentiel de nuire à la France.

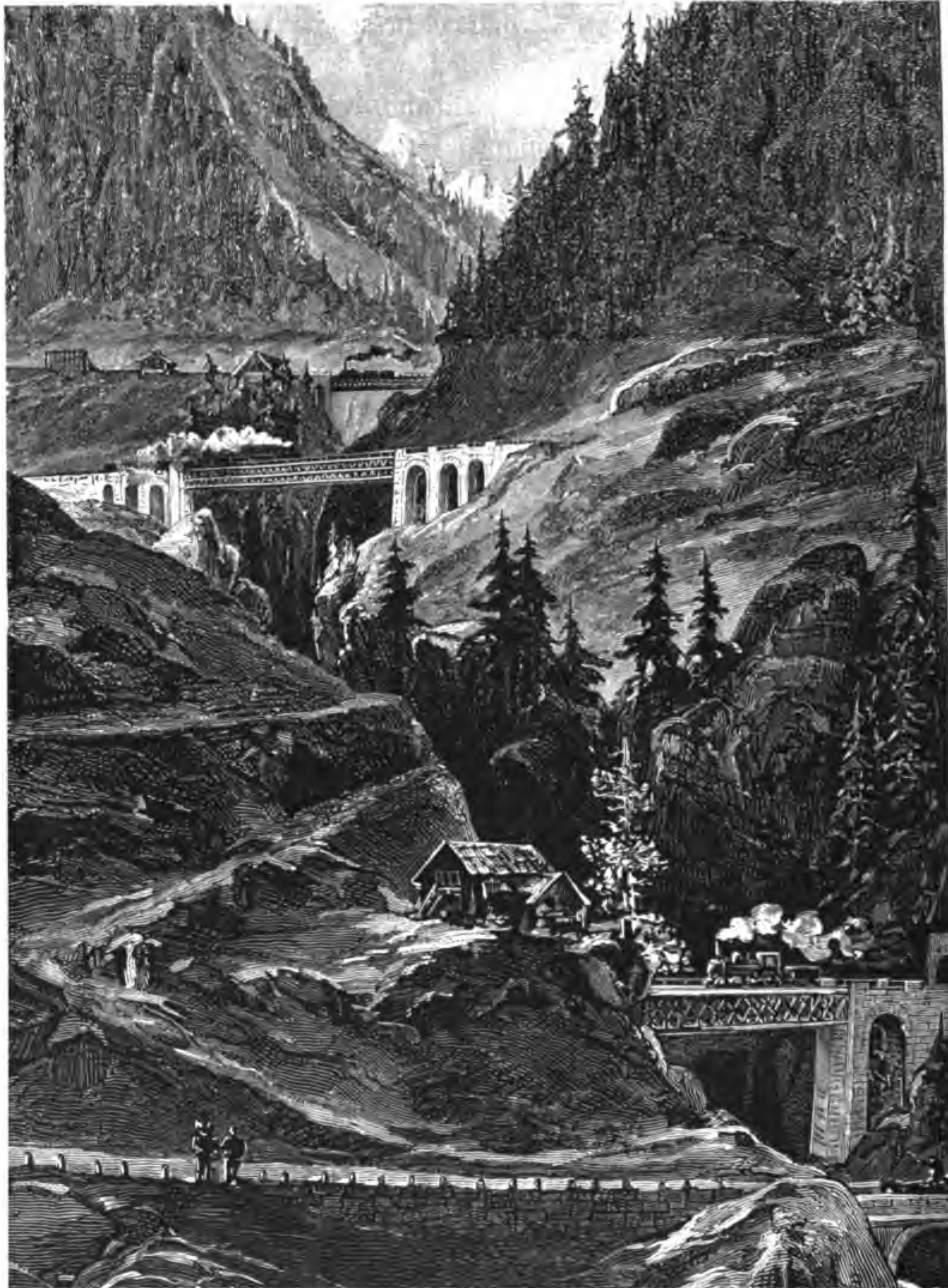
Les faits n'ont que trop justifié les prévisions. Dès la première année de l'ouverture de la ligne, le trafic de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée avec l'Italie baissait d'une façon inquiétante; notre commerce général fléchissait de plus de vingt-trois millions. L'Allemagne triomphait une fois de plus en envahissant directement l'Italie par ses produits économiquement transportés.

Cette situation prospère pour l'industrie allemande s'est constamment rencontrée, depuis l'ouverture du tunnel, en rapport exact avec la décroissance du commerce franco-italien.

La lutte est difficile pour nous. Nous ne pouvons abandonner un marché tel que celui d'Italie. D'autre part, la cherté de la main-d'œuvre en France rend absolument nuls les efforts de nos industriels. Ils ne pourront soutenir la concurrence avec quelque chance que le jour où une autre voie, moins coûteuse que le mont Cenis et le Saint-Gothard, permettra une communication plus directe et des transports à plus bas prix.

De cette nécessité économique sont nés les projets de percement du Simplon et du Saint-Bernard.

Quelle sera la solution? Nous l'ignorons, et l'avenir est bien obscur sur ce point. Toutefois la solution s'impose, et plus les hésitations dure-



Les lacets de Maïen-Reuss à Wasen.

ront, plus s'accroitra le malaise dont souffrent nos intérêts industriels et commerciaux.

L'ARLBERG

I

LES ALPES RHÉTHIENNES

Jusqu'au 19 novembre 1883, date à laquelle le tunnel de l'Arlberg fut livré à la circulation, le Tyrol autrichien était complètement séparé du reste de l'empire. Il ne pouvait communiquer directement avec la métropole. Il lui fallait absolument emprunter soit les réseaux allemands, soit le réseau italien, pour entretenir chez lui les relations nécessaires à sa vie sociale et industrielle. Cet assujettissement était poussé à un tel point, que, durant la guerre de 1870-71, les chemins de fer bavarois, qui permettaient seuls de pénétrer dans le nord du Tyrol, étant absorbés par les transports militaires, la province du Vorarlberg fut sur le point de manquer de sel et de blé.

Depuis longtemps le gouvernement autrichien désirait s'affranchir de ce tribut payé à l'étranger. Il décida enfin la création d'une ligne ferrée pour remplacer l'unique route carrossable qui reliait la province de Vorarlberg au cœur du pays.

Profitant de l'expérience acquise par les autres, l'Etat autrichien fit faire des études extrêmement sérieuses sur le tracé à adopter, sur les moyens et sur les difficultés d'exécution que présentaient les divers projets. Aussi fut-ce en parfaite connaissance de cause que l'on choisit le pic de l'Arlberg comme point de pénétration entre la vallée de l'Inn, une des têtes du Danube, et la vallée de l'Ill, un des affluents du Rhin avant son entrée dans le lac de Constance.

Sans cette circonstance toute moderne, l'Arlberg resterait ignoré pour longtemps encore des populations étrangères aux provinces tyroliennes. La situation géographique de cette *Alpe* est cependant importante : elle délimite le bassin du Rhin et celui du Danube.

La ligne destinée à traverser la montagne devait relier la voie d'Insprück à Vienne avec celle qui remontait déjà la vallée du Rhin jusqu'à Bludenz, dans la vallée de l'Ill. Le tracé adopté devait quitter la vallée de l'Inn à Landeck, et, remontant le cours de la Rosana, affluent de l'Inn, il s'engageait sous l'Arlberg au village de Saint-Antoine, en ressortait à Langen, dans la vallée de l'Alfenz, et rejoignait la vallée de l'Ill un peu avant Bludenz.

La longueur du tunnel avait été fixée à dix mille deux cent quarante mètres, ce qui le plaçait au troisième rang des travaux de ce genre. Son entrée était arrêtée à l'altitude de douze cent quatorze mètres au-dessus du niveau de la mer, du côté ouest, à Langen; une pente de 15 °/oo sur six mille cent quarante mètres de longueur devait permettre d'atteindre le point culminant de la galerie, lequel était situé à l'altitude de treize cent dix mètres; de là il devait descendre pendant quatre mille cent mètres avec 2 °/oo seulement d'inclinaison et se retrouver à Saint-Antoine, à treize cent deux mètres au-dessus du niveau de la mer. Comme l'on voit, le profil général plaçait les deux extrémités du tunnel à un niveau différent de quatre-vingt-huit mètres.

L'État autrichien voulut se charger de la dépense et des travaux. Une loi, votée le 8 mai 1880, ouvrit les crédits nécessaires; quelques jours après, la *Direction impériale des chemins de fer de l'État* était chargée de l'entreprise.

La nature des roches à traverser permettait de ne prévoir aucune difficulté exceptionnelle. L'ensemble était un composé de schistes cristallins micacés contenant un peu de quartz. On devait, selon toutes suppositions, avoir moins de mal qu'au Saint-Gothard; on devait surtout n'avoir pas à redouter ces débordements liquides qui rendirent si pénible le percement du Kastenhorn.

On disposait d'une force motrice considérable obtenue au moyen de cours d'eau dont le jaugeage, opéré avec soin, ne devait amener aucun des mécomptes qui entravèrent si gravement l'entreprise de Louis Favre. Les hésitations existant au moment des travaux du mont Cenis avaient disparu ; les invraisemblables obstacles ren-

contrés au Saint-Gothard n'étaient pas à redouter; au surplus, l'expérience si chèrement acquise devait être mise à profit le cas échéant. L'entreprise se présentait dans les meilleures conditions d'exécution rapide. La longueur du tunnel n'était plus faite pour surprendre; la réussite des deux premiers était une garantie de succès pour ce troisième.


Vue d'Inspruck, sur la ligne de Paris à Vienne par l'Arlberg.

Il n'y a donc pas lieu d'être étonné si ce gigantesque travail a passé inaperçu, autant dire, en dehors du monde des ingénieurs. L'attention si mobile du grand public, émoussée sur des travaux de cette importance par le succès des deux tunnels précédents, n'attendait plus rien d'extraordinaire. On ne fit pas aux ingénieurs du tunnel de l'Arlberg l'honneur de suivre leur entreprise et de s'en préoccuper. Cependant elle mérite qu'on s'y arrête un moment, tant à cause de sa rapide exécution qu'à cause de la nouveauté des moyens mis en œuvre.

Quand on aborda le percement du mont Cenis, nul ne prévoyait la durée de l'entreprise; il fallut treize ans pour arriver au terme, une telle entreprise étant sans précédent. Le Saint-Gothard fut percé en sept ans et cinq mois, malgré l'exagération de ses dimensions. L'Arlberg put être traversé en trois ans et cinq mois.

En tenant compte de la longueur respective de chacune de ces œuvres et des difficultés spéciales à chacune, on voit quels immenses progrès ont été faits. L'âme de tous ces grands travaux est la perforatrice, admirable instrument qui est à la barre d'acier du mineur ce que le puissant excavateur est à la pelle et à la pioche du terrassier. Il n'est donc pas surprenant d'avoir à constater que c'est le point sur lequel la sagacité des ingénieurs et des mécaniciens s'est le plus exercé depuis qu'on a osé aborder le percement de grands tunnels.

C'est ce que nous allons voir en examinant les travaux de l'Arlberg.

II

LE PERCEMENT ET LES PERFORATRICES

Dans toute entreprise souterraine, les moyens de transmettre au loin la force nécessaire à l'action des outils sont devenus la principale préoccupation, car il ne saurait plus être question d'aborder de semblables travaux avec l'ancienne barre du mineur dès que l'entreprise a quelque importance.

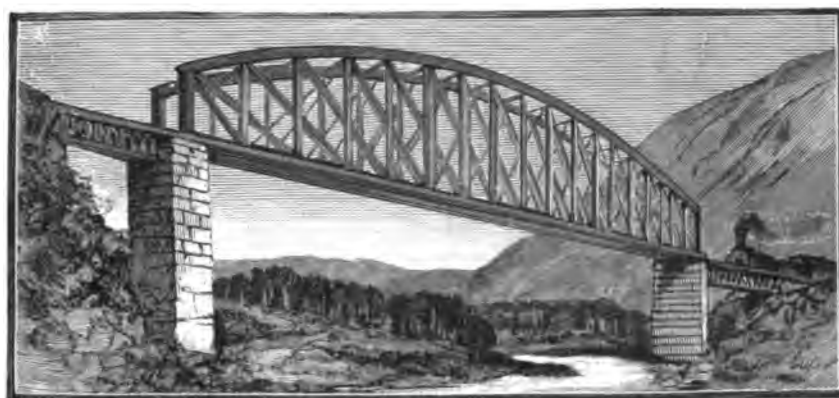
On ne saurait songer à l'emploi de machines à vapeur, non seulement à cause du dégagement de fumée et de gaz rendant l'atmosphère irrespirable, mais encore par suite du coût excessif de la force ainsi produite. Il faut, de toute nécessité, s'assurer d'une force hydraulique suffisante pour créer une force secondaire à transmettre jusqu'aux outils perforateurs.

Au mont Cenis, au Saint-Gothard, on se servit de l'air comprimé pour actionner les perforatrices alors dans l'enfance. Ce furent d'abord les impuissants béliers compresseurs de Grattoni, Grandis et Sommeillier qui furent chargés de comprimer l'air. On sait combien peu ils le comprimaient. Puis vinrent les pompes à piston liquide de Colladon, qui marquèrent un progrès immense, mais encore insuffisant pour notre époque pressée en tout de toucher le but. Au Saint-Gothard, on eut les cylindres compresseurs d'air, qui donnèrent les résultats les plus remarquables, ayant été affranchis par Colladon

des inconvénients qui marquaient encore l'emploi des pompes à piston liquide.

L'Arlberg vit employer concurremment deux systèmes excellents. Du côté de Saint-Antoine, à l'entrée est de la galerie, les machines perforatrices du système Ferroux, les mêmes qu'on employa dans les derniers temps au Saint-Gothard, étaient actionnées par l'*air comprimé*. A Langen, du côté occidental du tunnel, les perforatrices n'étaient point les mêmes, et l'on se servit d'*eau comprimée* pour les faire fonctionner.

D'un côté comme de l'autre de la galerie, l'organisation des chantiers fut parfaite.



Pont au débouché de l'Œzthal.

De juin à novembre 1880, les deux extrémités de la galerie furent attaquées à la main pendant qu'on procédait à l'installation des appareils destinés à la ventilation et au percement mécanique.

A Saint-Antoine, on avait à sa disposition, comme force hydraulique, le torrent de la Rosana, auquel on pratiqua une première dérivation fournissant une force de cent cinquante à deux cent quarante chevaux-vapeur, suffisante pour les travaux préparatoires. La seconde dérivation remontait le cours du torrent à plus de quatre kilomètres et donnait, suivant la saison, une force de neuf cent trente à dix-sept cents chevaux.

On fut moins bien partagé à Langen, car il fallut capter plusieurs affluents de l'Alfenz pour obtenir à peu près cinq cents chevaux-vapeur au moment des grandes eaux. Un autre emprunt fait à l'Alfenz même fournissait une force ne descendant jamais au-dessous de cent cinquante chevaux.

Des deux côtés, la ventilation se faisait par l'air comprimé, et elle se fit avec une abondance inconnue jusque-là.

A Langen, où la force hydraulique était moindre, on ne comprima l'air que pour les besoins de l'aération ; la plus grande partie de la chute fut comprimée pour actionner les fleurets travaillant de ce côté.

Malgré ce qu'il avait d'avantageux au Saint-Gothard, le système d'attaque de la galerie fut différent au tunnel de l'Arlberg. La galerie d'avancement avait été exécutée par le bas dans les travaux du mont Cenis ; Louis Favre avait prouvé au Saint-Gothard la supériorité du procédé consistant à placer dans le haut le front d'attaque. Le seul inconvénient reconnu étaient les nombreux raccordements des voies partant des divers étages de la cunette, pour se relier avec la voie du fond. On ne voulut pas suivre la même méthode pour le tunnel de l'Arlberg ; l'attaque se fit par la galerie de base. Mais on combina les deux méthodes en faisant suivre la galerie de base par une galerie de faîte que l'on mettait en communication au moyen de cheminées verticales qui servaient à l'écoulement des déblais. On voyait dans ce système un moyen d'éviter les nombreux raccordements de niveaux différents provenant de l'avancement successif des cunettes ; on reconnut aussi qu'il permettait aux travaux de revêtement de suivre de plus près ceux du front d'attaque. En tout cas, les voies étaient posées à leur niveau définitif et éloignaient en partie les chances d'erreur.

La galerie d'avancement fut creusée à deux mètres soixante-quinze de largeur et à deux mètres cinquante de hauteur ; elle recevait aussitôt une voie ferrée de soixante-dix centimètres qui servait au transport des déblais et des matériaux.

De distance en distance on ouvrait un puits vertical pour procéder au forage de la galerie supérieure. Ce dernier travail était fait à la main. Afin de racheter sa lenteur, on multipliait les points d'attaque en plaçant les puits à vingt-quatre mètres l'un de l'autre du côté est, et à soixante-six mètres du côté ouest. Des trous crevant le plafond de séparation des galeries tous les deux mètres permettaient l'évacuation des déblais, qui étaient reçus dans les wagonnets de la galerie inférieure.

On procédait ainsi par une série d'anneaux qu'on revêtait avec promptitude. En vingt jours, le déblaiement avait lieu ; quinze jours après, le revêtement de maçonnerie était achevé.

On répondait ainsi, à peu de chose près, aux exigences du traité qui imposait aux entrepreneurs un avancement moyen journalier de trois mètres trente. Cette clause était consacrée par un gain ou une amende de dix-sept cents francs par jour de retard ou d'avance sur le délai fixé.

Le travail était donné à la tâche. Chaque anneau exigeait une brigade de douze hommes qui fournissait la dynamite, tandis que l'entreprise lui donnait les bois nécessaires aux étais. Ce procédé amenait une économie notable dans la dépense, car il ne fallut que vingt et un kilogrammes de cet explosif par mètre courant de galerie; néanmoins la consommation totale atteignit huit cent mille kilogrammes par suite de tous les travaux accessoires, dégagements, conduites et aqueducs qu'il fallut établir.

On avait le bénéfice d'une aération parfaite, avons-nous dit. Afin d'éviter les divers inconvénients dont on avait souffert au Saint-Gothard, et surtout au mont Cenis, deux conduites distinctes d'air comprimé avaient été établies du côté de Saint-Antoine, où l'air actionnait les perforatrices. Une de ces conduites servait exclusivement à la ventilation. Chaque fois qu'une mine sautait, on évacuait les gaz et la fumée en ouvrant largement les robinets d'aération qui terminaient de petites conduites branchées sur le tube principal. Cette opération était facilitée et complétée par un ventilateur à force centrifuge placé en dehors du tunnel. Par ces moyens on rafraîchissait et l'on renouvelait suffisamment l'air pour empêcher la température d'atteindre trente degrés au-dessus de zéro.

La seconde conduite d'air était à forte pression et servait uniquement à mettre en mouvement des perforatrices semblables à celles qui fonctionnaient sur les derniers chantiers du Saint-Gothard. C'étaient des perforatrices construites sur les indications de M. Ferroux, devenu chef des chantiers est de l'Arlberg.

Les opérations du chantier s'ouvrant à Langen avaient été conçues différemment. L'air refoulé par les cylindres compresseurs était envoyé à faible pression jusqu'au fond de la galerie par une large conduite qui en assurait la répartition.

La pression hydraulique était l'agent moteur des perforatrices. Des turbines verticales Girard, de dimensions et de vitesse différentes, actionnaient des pompes à haute pression et à pistons différentiels ayant quarante-huit et soixante-huit centimètres de diamètre, lesquelles

fournissaient chacune par seconde deux litres d'eau comprimée à quatre-vingt-dix ou cent atmosphères.

Des conduites en fer, aux parois épaisses et solides, amenaient la force ainsi créée jusqu'à des perforatrices d'un système tout nouveau. Ces machines ne travaillaient pas à la manière de celles qu'on avait jusqu'alors employées. Les perforatrices mues par l'air comprimé opéraient en frappant le rocher de coups multipliés dont l'effet s'accentuait par un léger mouvement de rotation imprimé au fleuret. Ici ce n'était plus un fleuret, c'était une vrille qui mordait dans



Entrée du tunnel de l'Arlberg à Langen (côté ouest).

le rocher au moyen d'une rotation continue aidée par une forte pression.

Ces machines étaient l'œuvre d'un ingénieur allemand nommé Brandt, qui sut faire passer pour sienne une imitation servile de la machine perforatrice à rotation créée par Georges Leschot, habile horloger de Genève.

Comme il est bon de rendre à chacun ce qui lui appartient, quelques lignes sur l'origine de cette invention, sur son auteur et sur les plagiats dont il fut victime seront de mise.

On aura tout de suite une idée exacte de sa valeur dans son art quand on saura que Georges Leschot fut le premier à pouvoir rendre pratique la fabrication mécanique des divers mouvements de montres.

Son esprit inventif suivait également avec intérêt toutes les questions de mécanique, et il avait été conduit, par une circonstance assez curieuse, à inventer une nouvelle machine applicable au percement des roches dures, soit pour forer les trous de mines, soit pour l'excavation des tunnels.

Un peintre genevois de mérite, Abraham Constantin, lui ayant montré une plaque de porphyre rouge, d'origine ancienne, qu'il avait rapportée d'un voyage en Égypte, Georges Leschot remarqua sur cette plaque une série de stries parallèles dont la finesse et la régularité le frappèrent. Un nouvel examen le convainquit



Entrée du tunnel de l'Arlberg à Saint-Antoine (côté est).

que ces raies n'avaient pu être produites que par l'emploi du diamant, le porphyre étant inattaquable à l'acier le mieux trempé. Il en conclut que les vieux Égyptiens se servaient du diamant pour venir à bout de travaux de ce genre, en apparence irréalisables.

Il se produisit instantanément dans son esprit un rapprochement heureux entre l'emploi passé et l'usage à faire du diamant dans les travaux modernes. Il songea aussitôt à utiliser la variété de diamants dite ***diamants noirs*** ou ***amorphes,*** dont la dureté est encore supérieure à celle du diamant de luxe, mais dont le prix était alors dix fois inférieur.

Georges Leschot arrêta les dispositions principales de sa machine dès 1861, mais il ne la construisit qu'en 1862, pour faciliter à son fils,

ingénieur au service des chemins de fer italiens, le percement d'une galerie dans un terrain résistant.

La première machine perforatrice à diamant n'a pas été modifiée dans ses organes principaux. L'outil perforateur est un cylindre creux à parois résistantes qui reçoit un mouvement de rotation en même temps qu'il est fortement appliqué contre la roche à attaquer.

L'extrémité du cylindre est garnie de diamants noirs solidement sertis dans la bague terminant le cylindre, et formant une saillie suffisante pour assurer le jeu de l'outil.

La pression à exercer était calculée sur la base de trois à quatre mille kilogrammes par centimètre carré. Une vis ou une colonne d'eau suffisamment comprimée servait à pousser ce burin, tandis qu'un mince filet liquide, lancé à l'intérieur de la bague, dégageait les poussières et empêchait l'échauffement de l'outil.

Bien qu'il eût protégé son droit d'inventeur par l'inscription de brevets en Europe et en Amérique, Georges Leschot ne prit aucun souci des tentatives qui se produisirent pour l'imiter. Absorbé par ses occupations dans la maison d'horlogerie confiée à ses soins, il laissa les contrefacteurs en prendre à leur aise, et l'on vit peu à peu sa perforatrice, adaptée à divers travaux, passer dans la pratique courante pour le creusement des puits de mines et des galeries souterraines. L'Allemagne, l'Angleterre, l'Amérique se munirent de perforatrices à diamants, ou à pointes d'acier pour les roches moins résistantes, sans que Leschot ait jamais réclamé contre le pillage de son invention.

C'est ainsi qu'apparurent tout à coup sur les chantiers du Saint-Gothard d'abord, de l'Arlberg ensuite, des perforatrices rotatives à pointes d'acier que les écrivains et les ingénieurs allemands s'empressèrent d'attribuer à leur compatriote Brandt. Cet ingénieur n'était qu'un plagiaire, nullement un inventeur; il avait pris aux perforatrices de Colladon et de Leschot les organes essentiels de leurs systèmes : l'injection d'eau au centre du trou et la rotation d'une bague armée de pointes d'acier ou de diamant en saillie.

Les roches à traverser étant d'une dureté moyenne, les pointes d'acier suffisaient dans le percement de l'Arlberg. La machine Brandt employée à ce travail n'est donc qu'une machine Leschot agrandie.

La machine de Leschot était poussée contre le rocher au moyen

de son châssis de support, que l'on buttait fortement contre le sol et contre la voûte; la perforatrice de Brandt est maintenue par une pression latérale énergique contre les parois du rocher. Cet effet est obtenu par la disposition de l'affût, qui se compose de deux cylindres creux fermés à l'une de leurs extrémités, et qui s'emboîtent l'un dans l'autre, à glissement, comme les deux parties d'un étui. L'eau, envoyée sous forte pression, écarte les deux cylindres et va du même coup imprimer son mouvement de rotation au foret annulaire qui mord la roche.

Dans l'entreprise de l'Arlberg, il ne restait plus qu'un faible aléa



Première machine perforatrice de Leschot.

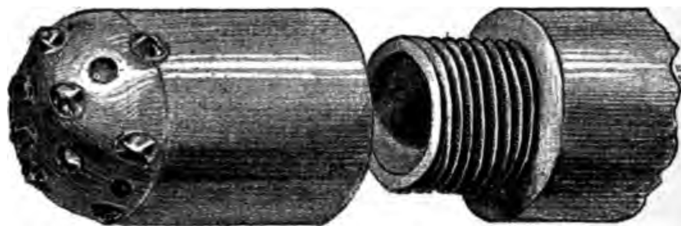
contre les entrepreneurs : l'État leur avait fourni les installations complètes des chantiers, le matériel et la force motrice; il leur restait seulement à se pourvoir de leur personnel, de leurs outils et des matériaux. Les conditions du travail furent ainsi singulièrement facilitées; aussi la rapidité avec laquelle fut exécuté ce grand travail est-elle moins surprenante.

Cependant, si le court espace de temps consacré au percement de l'Arlberg constitue malgré tout un réel progrès, il n'en fut pas tout à fait de même si l'on envisage le côté financier de l'affaire.

Les subsides, largement prévus cependant, qui furent votés par les chambres autrichiennes ne purent suffire; il fallut demander de nouveaux crédits et porter à près de quarante-deux millions de francs

les dépenses, primitivement arrêtées à la somme de trente-trois millions huit cent mille francs. Le mètre courant du tunnel, qu'on avait promis de faire exécuter pour le prix de trois mille francs, se trouva en réalité coûter quatre mille cent cinquante francs. C'était presque le prix qu'avait coûté le percement du Saint-Gothard, et cependant aucune des difficultés inouïes qui avaient entravé Louis Favre ne s'était présentée aux ingénieurs autrichiens; la longueur de l'Arlberg est inférieure de près d'un tiers à celle du Saint-Gothard; la force hydraulique y fut presque illimitée et se produisit avec une précieuse régularité.

La part des deux chantiers ne fut pas égale dans cette entreprise. Les entrepreneurs de l'est ont exécuté cinq mille cinq cents mètres au moyen des perforatrices mues par l'air comprimé, sur les dix mille



Fleuret à tête sphérique garni de diamants.

deux cents que comporte la longueur de la galerie; les quatre mille sept cents autres mètres furent percés avec les machines rotatives de Brandt.

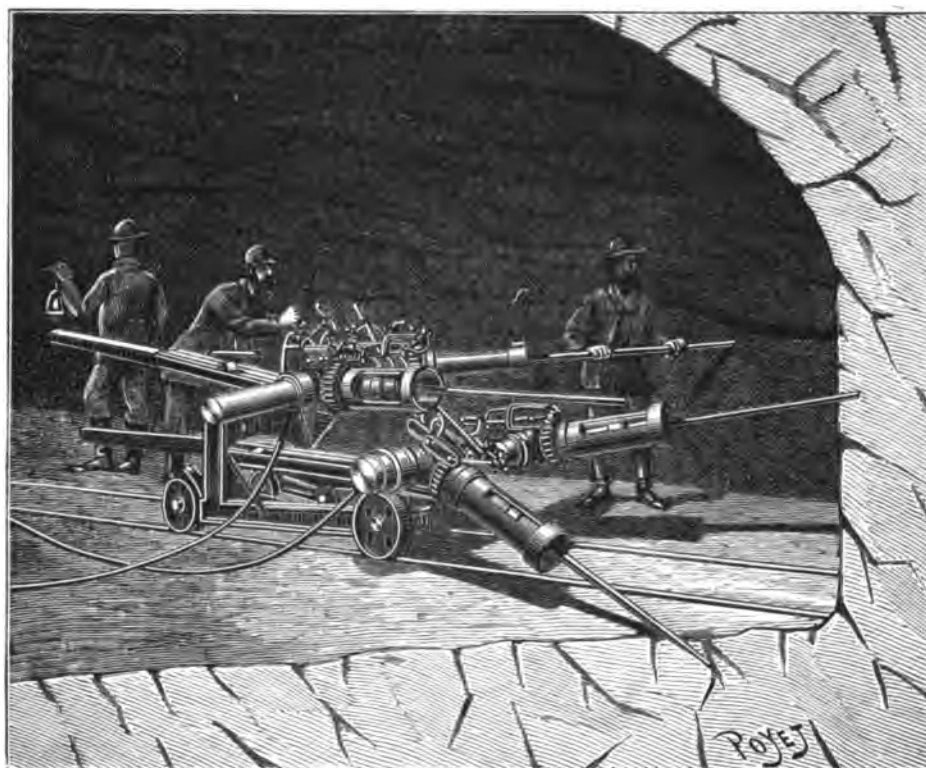
Par suite de l'activité déployée au cours de ces travaux, on vit, réunis sur les deux chantiers, jusqu'à près de cinq mille ouvriers qui produisaient par jour mille mètres cubes de déblais et employaient cinq cents mètres cubes de matériaux pour le revêtement de la voûte.

Le percement, que l'on comptait voir s'accomplir dans les premiers mois de 1885, était un fait acquis dès novembre 1883. De janvier 1881, date à laquelle furent commencés les travaux, jusqu'au mois d'octobre 1882, on avait percé cinq mille six cent dix-neuf mètres, tant du côté de Langen que du côté de Saint-Antoine; c'était une progression de presque neuf mètres par jour. Il y eut des moments où l'on avançait de neuf mètres vingt centimètres en moyenne par vingt-quatre heures. C'était un résultat admirable, surtout si l'on met en regard les clauses imposées aux entrepreneurs, lesquels n'étaient tenus

qu'à un avancement quotidien de moins de sept mètres. Huit mois après, on procédait à l'inauguration de la ligne.

Néanmoins le tunnel de l'Arlberg ne peut se comparer, comme difficulté et comme rapidité d'exécution, comme science de l'ingénieur et comme prix de revient, au tunnel beaucoup plus long du Saint-Gothard.

Toutefois il présente à nos yeux une considération d'un ordre



Perforatrice de Brandt, à quatre forets.

supérieur. Le tracé adopté pour cette ligne de communication entre la Suisse et l'Autriche sert les intérêts français; il ouvre une voie directe d'Occident en Orient sans l'obligation d'employer les chemins de l'Allemagne du nord et sans créer une concurrence directe au transit français. Il peut atténuer efficacement les pertes causées au commerce français par l'ouverture du tunnel du Saint-Gothard. Il peut déjouer les combinaisons politiques et économiques de la Prusse avec d'autant plus de chances que, par suite de conventions arrêtées entre l'Autriche et le gouvernement suisse, aucun tarif ne peut être concédé à la Compagnie du Saint-Gothard sans que ce tarif

soit applicable à la nouvelle ligne si le gouvernement autrichien y voit avantage.

A l'heure présente, c'est la voie qui s'impose à tous les voyageurs et à toutes les marchandises se dirigeant de l'Occident vers l'Allemagne du sud, la Roumanie et Constantinople. Enfin, grâce à cette ligne du Vorarlberg, les trains rapides qui, sous le nom d'Express-Orient, desservent ces contrées, ont pu être organisés.

LES

AQUEDUCS DE PARIS

I

LES EAUX DE L'ANCIEN PARIS

A l'époque de la domination gallo-romaine, deux aqueducs alimentaient Lutèce : l'un, sur la rive droite, se composait d'une simple poterie; l'autre, sur la rive gauche, amenait aux Thermes de Julien les eaux de la source de Rungis, vulgairement désignées sous le nom d'eaux d'Arcueil. On en voit encore les vestiges parmi les ruines enclavées dans l'hôtel de Cluny.

Sous les rois mérovingiens et carlovingiens, on ne connaissait à Paris d'autre eau que celle puisée directement à la Seine ou tirée des puits quand le fleuve était trouble.

Plus tard, le monastère de Saint-Laurent, situé au pied de la butte Montmartre, alimentait quelques quartiers avec l'eau provenant des sources des Prés-Saint-Gervais. Les sources de Belleville, dont la distribution fut également l'œuvre des religieux, augmentèrent ces ressources. Mais les unes comme les autres étaient dures, séléniteuses, et pouvaient être classées parmi les plus mauvaises du bassin de la Seine.

Il fallut s'en contenter jusqu'en 1608, époque où la fameuse pompe de la Samaritaine, située sur le Pont-Neuf, vint apporter quelque renfort à l'approvisionnement.

Peu à peu, à dater du xve siècle, la distribution de l'eau dans les

divers quartiers de la ville était devenu un service public. Son importance n'avait pas échappé à Henri IV, qui se proposait la reconstruction de l'aqueduc romain d'Arcueil. Ce projet, repris et mis à exécution par Marie de Médicis, n'eut d'abord pour but que d'alimenter son palais du Luxembourg; mais la distribution de ces eaux s'étendit de fait à plusieurs quartiers de la rive gauche, et même jusque sur la place de Grève; en outre, un certain nombre d'établissements publics furent desservis par les sources de Rungis. Si restreinte que fût la part de la population dans cette distribution, l'alimentation de la ville fut cepen dant ainsi doublée.



Pompe actuelle de Chaillot.

Néanmoins la disette était grande, parce que l'administration insuffisante d'alors laissait gaspiller cette eau déjà trop rare. Les réclamations devinrent si vives, qu'il fallut aviser au moyen de fournir aux Parisiens irrités la provision indispensable à la vie. C'est alors (1673) que les pompes Notre-Dame furent installées pour alimenter quinze nouvelles fontaines publiques. Quelques années plus tard (1695), une nouvelle machine fut construite sous le pont de la Tournelle; mais elle fonctionna peu de temps.

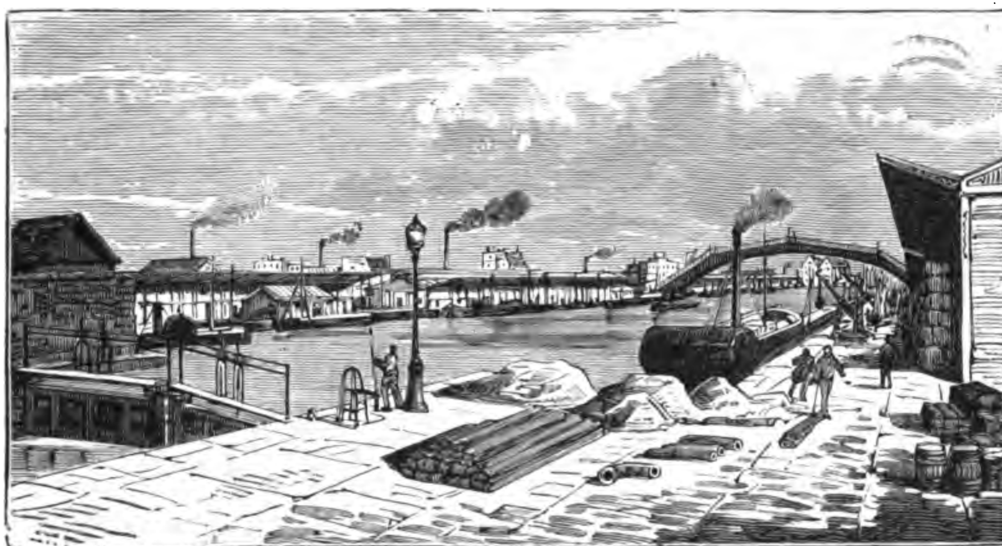
A ce moment, l'alimentation, qui montait à trois litres et demi par tête d'habitant au lieu d'un litre, comme à la fin du XVe siècle, parut si énorme aux échevins de la ville, que l'on retomba dans les abus d'autrefois en accordant force concessions gratuites.

Jusqu'au milieu du XVIIIe siècle, on se borna à réparer tant bien que

mal les appareils au moyen desquels on empruntait au fleuve pour les besoins généraux. Mais la question des eaux prenait une grande importance dans les esprits de cette époque, tournée vers les idées spéculatives. Des projets nouveaux et nombreux surgissaient de différents côtés, concluant, pour la plupart, à demander des privilèges pour la vente de l'eau prise au fleuve.

Cependant des auteurs plus audacieux ou mieux avisés proposaient de demander l'approvisionnement de Paris à des eaux éloignées, d'une qualité supérieure à celles de la Seine.

Un des projets les mieux conçus fut celui du savant de Parcieux,



Bassin de la Villette, alimenté par les eaux de l'Ourcq.

qui proposait de détourner la rivière de l'Yvette pour l'amener à Paris. Malgré certaines erreurs dont l'importance n'échapperait pas à nos ingénieurs actuels, ce projet, soigneusement étudié et patronné par l'Académie des sciences, finit par être adopté. Il aurait sans doute été mis à exécution si la ville avait pu réunir les fonds qu'elle sollicitait par voie de souscription.

Ce furent les partisans de l'élévation des eaux de Seine qui l'emportèrent, grâce au concours des frères Périer, puissants manufacturiers de l'époque, qui se chargèrent d'assurer à Paris une provision suffisante au moyen d'une pompe à vapeur.

Cet engin étant une nouveauté encore inconnue dans la capitale, la curiosité qu'il éveilla fut pour beaucoup dans le succès de la souscription destinée à faire vivre l'entreprise.

Quoi qu'il en soit des conditions du privilège accordé à la compagnie concessionnaire et de l'erreur commise en choisissant Chaillot pour y installer un pareil service, on doit aux frères Périer l'établissement de la première machine à vapeur qui fonctionna à Paris. L'eau qu'elle fournit fut abondante, mais elle avait l'inconvénient énorme d'avoir traversé tout Paris et de s'être chargée de toutes sortes d'impuretés pendant sa course.

Peu après, deux autres pompes du même genre furent mises en service au Gros-Caillou; puis les unes et les autres furent rachetées par la ville en 1788.

Presque en même temps on accordait à M. de Fer de Lanouerre, ingénieur distingué, l'autorisation de détourner les eaux de la Bièvre. Les travaux avaient même reçu un commencement d'exécution lorsque, sur la plainte générale de tous les teinturiers et tanneurs du faubourg Saint-Marceau, le parlement rendit un arrêt qui suspendait les travaux de M. de Fer.

Les troubles de la fin du siècle suspendirent, comme on doit le penser, tous les projets d'amélioration des eaux de Paris.

Ce fut en 1797 que ce courant d'idées put être repris utilement.

L'Assemblée constituante avait bien accueilli et autorisé, en 1791, une dérivation de la Beuvronne, qui devait être conduite à Paris; mais comme les frais de l'opération incombaient à une compagnie, et que les capitaux se cachaient alors, l'entreprise ne put voir le jour. Les premiers concessionnaires vendirent leurs droits à de nouveaux intéressés, qui modifièrent les plans primitifs en projetant de faire leurs emprunts à la rivière d'Ourcq, pour en conduire les eaux dans un bassin près de la Villette.

Le choix de cette rivière (il est bon de le faire remarquer) était calqué sur un projet grandiose dû à Riquet, qui songeait, dès 1676, à conduire cette rivière à Paris dans le double but de fournir une voie de transport économique aux blés de la Brie et d'alimenter les fontaines de la capitale.

Riquet mourut sans voir le résultat de ses démarches.

Malgré tous ses efforts, de Manse, son gendre, ne put faire aboutir ces projets, privé de l'appui de Colbert, son protecteur, mort peu après Riquet.

Cependant le premier consul signait en 1802 un décret prescrivant la

dérivation de l'Ourcq, et chargeait de son exécution les ingénieurs du corps des ponts et chaussées.

On sait quelles nombreuses entraves s'opposèrent à la prompte réalisation de ce projet. Commencé en 1803, le canal de l'Ourcq ne put être achevé qu'en 1822 et complété seulement en 1829.

Avec les dérivations successives des affluents qu'on y déversa, le canal de l'Ourcq donnait à la ville un volume quotidien de cent six mille mètres cubes d'eau.

Pendant la période de 1833 à 1841, Paris s'enrichissait encore du



Puits artésien de Grenelle.

puits artésien de Grenelle, dont les eaux sont d'une qualité appréciable. Quelques années après, le débit de ce puits ayant baissé, des travaux habilement conduits, de 1850 à 1852, le mirent en état de fonctionner depuis régulièrement.

En résumé, au moment où l'on décida de doter Paris d'une alimentation abondante, l'administration municipale disposait des quantités suivantes :

	Quantité en 24 heures.	
Eau d'Ourcq	106 000	mèt. cubes.
Eau de Seine élevée par machines à vapeur. .	42 000	—
Eau d'Arcueil (débit irrégulier).	1 000	—
Eau du puits de Grenelle.	940	—
Eaux de Belleville et des Prés-Saint-Gervais.	160	—
Volume total par 24 heures :	150 100	mèt. cubes.

Si l'on y ajoute le produit du puits artésien de Passy, terminé en 1861, et qui donne seize mille sept cents mètres cubes, on voit que la ville de Paris disposait, avant sa canalisation actuelle, de cent soixante mille huit cents mètres cubes d'eau.

En rapprochant de ce chiffre, déjà si fort mais tout à fait insuffisant, les ressources du Paris d'autrefois, on peut juger des souffrances passées et du bien-être présent.



Puits artésien de Passy.

A la fin du XVIe siècle, les Parisiens recevaient deux cents mètres cubes d'eau.

A la fin du XVIIe siècle, ils en avaient mille huit cents mètres.

A la fin du XVIIIe siècle, il leur était distribué sept mille neuf cent quatre-vingt-six mètres.

En 1861, ils en pouvaient avoir cent soixante-six mille mètres.

En défalquant la part nécessaire aux services publics, chaque habitant recevait chaque jour trente-cinq litres d'eau seulement pour les besoins domestiques, alors que les hygiénistes modernes s'accordent pour réclamer une part de cinquante à soixante litres par tête et par jour.

II

LA RÉFORME DES EAUX DE PARIS

Telle était la situation de Paris quand le baron Haussmann fut placé à la tête de l'administration de la capitale.

Il trouva la question ouverte, la lutte entamée entre les partisans des divers systèmes. Quand même il l'eût voulu, il n'eût pu se désintéresser et rester spectateur impassible devant les exigences de la situation. D'ailleurs, il entrait complètement dans son plan de transformation de Paris d'aborder et de résoudre cette grave question, complément indispensable des projets dont il se faisait l'ouvrier.

Deux courants d'opinion séparaient à ce moment la haute administration et le conseil municipal. Les uns voulaient que les eaux de la rivière d'Ourcq, dont on pouvait augmenter presque indéfiniment l'approvisionnement, fussent appliquées aux services publics et à la consommation privée des Parisiens; il suffisait de les relever, au moyen de pompes, à un niveau permettant leur distribution dans toutes les maisons. Les autres estimaient préférable d'affecter au service public les eaux dont on disposait alors, et d'amener pour le service privé des sources dont la qualité et l'abondance répondraient aux exigences d'une bonne hygiène.

La conséquence du second système était l'établissement, sous toutes les voies de Paris, d'une double canalisation servant, l'une au service public, l'autre à la consommation privée. Toutes deux, malgré leur destination bien définie, se complétaient et s'aidaient mutuellement dans le cas de suspension de l'une ou de l'autre.

Le préfet de la Seine était pleinement convaincu de la supériorité du second système, et il avait résolu, dès 1854, de proposer au conseil municipal la séparation des services, la double canalisation et l'adduction des eaux de source.

Pour se donner des armes dans cette lutte, qu'il prévoyait ardente, il demanda à M. Belgrand, alors ingénieur en chef de la navigation de la Seine entre Paris et Rouen, de lui présenter un mémoire sur les sources qui pourraient être conduites à Paris.

Le magistrat ne pouvait s'adresser à personne de plus compétent. Homme de travail, d'un jugement sûr, observateur profond, M. Belgrand avait fait du bassin de la Seine une étude savante et toute spéciale, presque de prédilection.

Au mois de juillet 1854, M. Haussmann reçut le mémoire demandé, duquel il résultait que, Paris étant comme entouré d'une lentille de gypse qui gâtait l'eau des sources entre Meulan, à l'ouest, et Château-Thierry, à l'est, il fallait chercher l'eau nécessaire aux besoins domestiques au delà de ces limites, c'est-à-dire à de grandes distances.

Ces mauvaises conditions ne parurent pas au préfet suffisantes pour reculer devant les moyens dictés par une situation aussi impérieuse que celle de Paris, et, le mois suivant, il publia un mémoire qui concluait aux points suivants:

Séparation du service des eaux en deux branches distinctes : service public ou de la voirie et service privé;

Augmentation considérable de l'approvisionnement d'eau dévolu à Paris;

Installation d'une double canalisation dans toutes les rues.

Le 12 janvier 1855, le conseil municipal adoptait la séparation des deux services, l'adduction d'eau de source dans des aqueducs voûtés pour le service privé, et l'affectation des eaux anciennes au service public.

M. Belgrand fut chargé de l'entreprise colossale de mettre à exécution ce programme si vaste.

Nous ne dirons rien de l'organisation du service public. Ce n'est pas le point dont nous poursuivons l'étude, parce que les éléments existaient avant M. Belgrand, et qu'il adapta seulement à cette partie du service des eaux les appareils qui servaient aux besoins généraux de la capitale. Nous nous occuperons spécialement du service privé.

Ce fut là, on peut dire, l'œuvre personnelle de M. Belgrand, œuvre considérable, ayant exigé une somme énorme d'études, de savoir et d'efforts, œuvre dans laquelle il s'est montré infiniment supérieur aux hydrauliciens passés, œuvre de bienfaisance publique par l'immensité des services qu'elle devait rendre, œuvre glorieuse enfin, qui fut l'occasion de travaux inouïs, de monuments grandioses, qui resteront pour attester le génie de leur auteur.

Au moment où le conseil municipal décidait d'alimenter le service privé avec de l'eau de source, les sources dont la ville disposait alors

étaient absolument insignifiantes. Celles du nord (aqueducs des Prés-Saint-Gervais et de Belleville) étaient déjà depuis longtemps jetées dans les égouts sans faire aucun service; l'aqueduc d'Arcueil fournissait tout juste pour alimenter les fontaines du Luxembourg; le puits de Grenelle donnait trop peu d'eau pour qu'il valût une canalisation spéciale; le puits artésien de Passy, qui ne jaillissait pas encore à cette époque, n'apporte qu'un volume d'eau bien insignifiant pour les besoins à satisfaire; d'ailleurs, il se déverse tout entier dans les lacs du bois de Boulogne.

Un service d'études destiné à chercher ailleurs des eaux pures et limpides fut immédiatement organisé.

Deux projets de dérivation d'eaux de sources furent étudiés concurremment: l'un, par MM. Rozat de Mandres et Collignon, comprenait les sources de la Somme et de la Soude, réunies sous le nom de Somme-Soude et formant une petite rivière issue dans la Champagne crayeuse, entre la Fère-Champenoise et Châlons-sur-Marne; l'autre, par M. l'ingénieur Lesguillier, s'appliquait aux sources de la Vanne, autre rivière de la même région.

Le premier de ces projets dut être rejeté: la Somme-Soude ne pouvait, en temps de sécheresse, fournir un débit assuré, suffisant, même en y adjoignant deux belles sources de la Brie, le Sourdon et la Dhuis, dont les eaux excellentes étaient susceptibles d'être distribuées dans les maisons de Paris.

L'avant-projet dressé par M. Lesguillier pour la dérivation de la Vanne fut lui-même ajourné; il n'amenait l'eau qu'à la cote de soixante-dix mètres, hauteur insuffisante pour alimenter les quartiers hauts de Paris.

L'annexion de l'ancienne banlieue, en 1860, vint encore compliquer la question: une seule des sources dont la dérivation avait été décidée, la Dhuis, pouvait atteindre le sol de Montmartre, de Belleville, de la Villette.

Il fallut se remettre à l'œuvre et remanier tous les projets.

Tout d'abord on s'appliqua à faire rentrer le service entier sous la dépendance de l'administration. La *Compagnie des eaux* se trouvait concessionnaire dans Paris d'un service important; elle avait également acquis la fourniture des eaux dans vingt-cinq des communes annexées. Au moyen d'un traité passé avec la ville, les intérêts de ses actionnaires furent sauvegardés, et les nouveaux Parisiens furent assurés d'un ap-

provisionnement abondant au même prix que les anciens habitants; de son côté, l'administration acquit sa pleine liberté d'action sur toute l'étendue du territoire qu'elle entreprenait de desservir.

Étant donné ce fait, qui ressort des études comparatives faites à ce sujet, que les meilleures eaux potables du bassin de la Seine jaillissent dans la craie blanche de la Champagne, voici quelle était la condition des sources qu'on avait en vue.

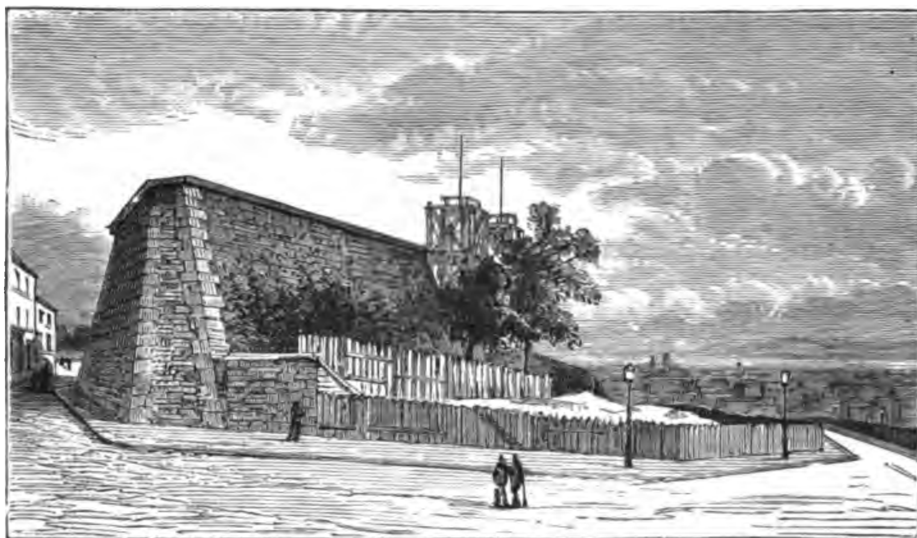
Carte hydrologique du bassin de Paris.

Les plus élevées et les plus abondantes sont celles de la Vanne; par le simple effet de la gravité, elles atteignent facilement le faîte des maisons de Paris construites sur des terrains dont l'altitude ne dépasse point cinquante mètres; pour cela, il faut que le trop-plein du réservoir soit à l'altitude de quatre-vingts mètres. La plus grande partie des quartiers de la rive gauche, ainsi que les parties de la rive droite dont la hauteur est la même, sont alimentés par ces eaux. Elles constituent la partie de distribution appelée ***service bas***.

Pour desservir les points de Paris supérieurs à l'altitude de cinquante mètres, c'est-à-dire le XVIIIe, XIXe et XXe arrondissements, plus les parties

hautes des VIIIe, IXe, X^e, XIe, XVIe et XVIIe arrondissements, environ les deux septièmes de la ville, il fallait disposer de sources situées soit en deçà des limites de la craie blanche, dans des terrains de la Brie, soit au delà de ces limites, vers la chaîne de la Côte-d'Or. Il fallait encore trouver un chemin pour conduire ces eaux jusqu'à Paris par une pente douce et uniforme, n'imposant ni des dépenses exagérées de souterrains, ni des dénivellations trop profondes dans les vallées à franchir.

Deux campagnes d'études sur les lieux mêmes indiquèrent à M. Belgrand que deux tracés permettaient d'amenèr les eaux de Champagne à Paris à l'altitude de quatre-vingts mètres : l'un longeait la rive gauche



Réservoir Saint-Éleuthère, à Montmartre (service haut).

de l'Yonne et pénétrait à Paris en traversant le pays d'Hurepoix ; le second suivait les coteaux de la Marne ou ceux de ses deux affluents, le Grand et le Petit-Morin.

Les sources de la Champagne, entre l'Yonne et l'Aube, principalement celles de la Vanne, devaient suivre le premier chemin pour déboucher à Paris dans un réservoir qui serait construit sur le plateau de Montrouge.

Le second chemin étant le seul possible pour les sources hautes, les sources du reste de la Champagne et celles de la Brie devaient se déverser au bout du long coteau gypseux qui s'étend de Lagny à Belleville, c'est-à-dire à Ménilmontant.

Les quartiers desservis par cette dérivation sont désignés sous le nom de *service moyen.*

L'arrivée des deux aqueducs à construire était placée : sur la rive

gauche, à la cote de quatre-vingts mètres; sur la rive droite, à l'altitude de cent huit mètres. Et comme aucune source ne pouvait assurer l'alimentation de la butte Montmartre, des plateaux de Belleville et de Ménilmontant, qui dépassent de beaucoup la cote accessible aux sources hautes de la Champagne et de la Brie, on résolut d'élever par des machines de relais la petite quantité d'eau exigée par ces plateaux. Ce sont eux qui comportent le *service haut*.

C'est l'organisation des deux services bas et moyen qui ont donné lieu à tant de beaux travaux que nous allons essayer de faire comprendre.

III

LES TRAVAUX DE LA DHUIS

Il s'agissait avant tout de trouver non seulement des eaux donnant complète satisfaction sous le rapport de la qualité, mais encore pouvant atteindre à l'altitude cent huit mètres pour assurer le *service moyen* de Paris.

Le champ des recherches se trouvait plus limité qu'il ne semblait tout d'abord. Il fallait éliminer, à cause de leurs propriétés séléniteuses, toutes les sources jaillissant de la grande lentille de gypse qui entoure Paris. Les grandes sources de la Beauce et de la Brie dirigeables par les plateaux bordant la Seine n'atteignaient qu'un niveau trop bas; il ne pouvait donc être question, par ces motifs, des belles sources de la Juine, de l'École, du Durtain, de Briant. Celles de la Voulzie, visées dans ces projets, furent également écartées; cependant, malgré leur titre hydrotimétrique un peu élevé, elles ont fait l'objet d'une décision récente de la ville et sont maintenant comprises dans les dérivations complémentaires qui s'exécutent.

On se trouvait donc ramené par la force des choses au bassin de la Marne et vers ses affluents de gauche: le Cubry, le Surmelin, le Petit-Morin, le Grand-Morin, qui s'alimentent par de grandes et bonnes sources situées à une altitude suffisante pour être amenées à Paris.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des études qui s'imposèrent

pour apprécier la qualité, l'abondance, la régularité du débit, l'altitude du point d'émersion de chacune des sources paraissant offrir les conditions recherchées pour l'œuvre que l'on entreprenait; qu'il nous suffise de dire que ces études portèrent, tant au point de vue chimique et physique qu'au point de vue technique, sur plus de deux cent dix sources.

Après de longues hésitations occasionnées par le désir de toujours approcher autant que possible de la perfection, M. Belgrand fixa son choix sur les eaux de la vallée du Surmelin, comme étant, sinon les plus abondantes, du moins les plus importantes par leur altitude, leur



La Dhuis. — Source de Pargny (bras droit).

qualité et la régularité de leur débit. C'est la plus belle des sources acquises dans ces parages, la source de la Dhuis, qui donne son nom à la dérivation de la rive gauche de la Marne.

La Dhuis jaillit des terrains tertiaires lacustres situés au-dessous des marnes vertes dites de Montmartre qui s'étendent sous toute la Brie. Le ruisseau dans lequel elle débouche porte le même nom qu'elle et se jette, aux environs de Méry, dans le Surmelin, affluent de la Marne. Elle s'échappe de trois bassins séparés, situés commune de Pargny (Aisne), sur les limites de Seine-et-Marne, à quelques mètres au-dessus d'un moulin appelé « moulin de la Source », qu'elle met immédiatement en mouvement. Son débit fut reconnu dépasser dix-sept mille mètres cubes par vingt-quatre heures.

En 1859, la ville se rendit propriétaire de cette source importante et

ensuite de plusieurs autres variant d'importance, dans la vallée de la Dhuis, dans celle du Verdon, son affluent, et dans celle du Surmelin. L'ensemble de ces acquisitions lui assurait un apport régulier moyen de vingt-sept mille mètres cubes d'une eau excellente, fraîche, saine, d'une parfaite limpidité.

La première opération fut de capter ces eaux en les conduisant dans un regard qui joue également le rôle d'épurateur. Comme elles sont un peu trop chargées de carbonate de chaux, on les fait passer sur des plaques en tôle perforée, desquelles elles tombent en pluie sur des



La Dhuis. — Source de Pargny (bras gauche).

amas de meulière. Cette opération détermine le dépôt du carbonate de chaux en excès.

A partir de ce point, elles s'écoulent, par une pente uniforme de dix centimètres par kilomètre, jusqu'à Paris, au moyen d'un aqueduc maçonné parcourant un trajet qui est exactement de cent trente et un mille cent soixante-deux mètres quatre-vingt-cinq centimètres. Pendant ce long voyage, qui s'accomplit absolument à l'abri de toute action extérieure, l'eau n'est pas restée un seul instant exposée à l'air ni à la lumière, de telle façon qu'on peut dire que le consommateur puise l'eau à la source même, ou tout au moins qu'il la reçoit du robinet de son appartement dans les mêmes conditions qu'à sa sortie du sol.

Pour atteindre ce magnifique résultat, il a fallu conduire ces eaux à travers cent un mille neuf cent soixante-dix mètres de tranchées dans le sol, sous douze mille deux cent huit mètres de souterrains, et leur

faire franchir seize mille neuf cent quatre-vingt-trois mètres à l'aide de siphons et de ponts.

La statistique des travaux d'art nécessités par ce grand travail est énorme, et comporte vingt et un siphons, trente-deux souterrains, trente et un ponts, quarante-six grands regards et deux cent seize plus petits.

Malgré leur éloquence, ces chiffres ne disent point tout. Il faudrait suivre pas à pas ce gigantesque travail pour l'apprécier comme il le mérite; nous nous bornerons à en signaler quelques points saillants que nous relèverons en longeant l'aqueduc depuis son point de départ jusqu'à Paris.



Usine de Trilbardou pour le relevage des eaux.

La première partie, qui s'étend de la source jusqu'au siphon de Saacy, sur une longueur de vingt-six kilomètres, n'a présenté aucune difficulté pour contourner les coteaux; mais les vallées sillonnant les plateaux de cette partie de la Brie étant de plus en plus profondes, on a dû construire de grands siphons pour les conduire sur l'autre versant. Parmi celles-là se trouve la vallée du Doloir, souvent ravagée par les crues subites de la petite rivière de ce nom. Les terrains de la contrée, quoique perméables, sont d'une grande solidité. Néanmoins, dans la circonstance, cette solidité était une menace, à cause de la nature des plateaux dominant les coteaux sur les flancs desquels se développe l'aqueduc.

Les plateaux de cette contrée, presque dépourvus de pente, sont constitués par un ensemble de couches imperméables à la surface desquelles les eaux pluviales séjournent tant que les pluies ne sont pas très persistantes; mais, dès que les fossés et les mares d'assainissement

sont remplis et débordent, les rus coulent avec force et jettent toutes ces eaux de la surface dans les vallées secondaires ou même sur la pente des coteaux des vallées principales. Ils y tracent des sillons très nombreux et caractérisés, tout comme de vrais torrents alpestres, par un bassin de réception, un goulot et un cône de déjection dans le fond de la vallée.

Il fallut une grande adresse et une connaissance approfondie de la géologie locale pour construire et placer à l'endroit voulu l'aqueduc de dérivation. L'art de l'ingénieur y fut plus d'une fois dérouté et eut à triompher de ces obstacles. Plus loin, au contraire, on dut s'avancer au travers d'éboulis formés de terrains argileux et glissants et de pierrailles de toute sorte. A la convexité de Saacy principalement, l'aqueduc est placé dans des terrains fort mauvais, éboulis de marnes blanches et vertes qui ont présenté des difficultés très considérables.

De Saacy, qui avoisine la Ferté-sous-Jouarre, jusqu'à Ménilmontant, cette partie du travail a été exécutée, sur presque toute sa longueur, dans des terrains aquifères, souvent glaiseux et coulants, et même éboulés. Malgré d'énergiques drainages, la nappe d'eau des marnes vertes envahissait constamment les travaux; l'aqueduc achevé baigne complètement dans ces infiltrations. Il fallut, sur une longueur de plus de vingt mille mètres, consolider les maçonneries par d'épais contreforts.

Pour franchir le ruisseau de Philippe, on construisit le siphon dit de Saacy. Cet ouvrage fut exécuté dans un terrain d'éboulis glaiseux, au fond desquels il fallait poser et ajuster des tuyaux de fonte ayant un diamètre d'un mètre, et dont chaque tronçon pesait deux mille kilogrammes. Le sol était si mauvais sur certains points du parcours de ce siphon, qu'on renonça au creusement de la tranchée, et qu'on posa en souterrain une partie de la conduite.

Pour économiser les fonds publics, dont il avait un souci extrême, M. Belgrand résolut de couper le mont Ménard au lieu de le contourner, malgré les obstacles que lui créait la nature du sol. Il s'agissait de creuser une galerie de dix-neuf cent quarante-deux mètres de long au-dessous de la couche aqueuse des marnes vertes; aussi éprouva-t-on de réelles difficultés en perforant, à travers de tels terrains, les puits nécessaires à l'ouverture de la galerie. On était aveuglé par l'abondance des eaux; on dut, avant d'aller plus loin, faire des drainages assez importants pour garantir les travailleurs, et plus tard l'aqueduc.

Un grand siphon, dit de Courcelles, franchit la vallée du Petit-Morin, large de onze cent soixante-dix-sept mètres. Là encore on eut à lutter contre les plus sérieux obstacles provenant de la nature des terrains, les plus mauvais qu'un ingénieur puisse rencontrer.

En hiver, pendant la construction de l'aqueduc, les souterrains qui lui font suite étaient entièrement envahis par l'eau, et nécessitèrent des travaux de consolidation spéciaux.

Plus loin, l'aqueduc devait absolument passer à travers des carrières de gypse en exploitation; on dut recourir à l'intervention de l'administration des mines pour imposer aux exploitants des travaux de con-



Arrivée de la Dhuis dans les réservoirs.

solidation et leur interdire de faire des galeries sous l'aqueduc. Pareil obstacle se présenta plus loin; mais, cette fois, une négligence des conducteurs de travaux fit qu'on traversa des remblais provenant de carrières. Quand l'aqueduc fut achevé, il s'écroula sur ce sol mobile; on le reconstruisit; un nouveau tassement brisa la maçonnerie. De guerre lasse, on recourut à une conduite en fonte d'une solidité exceptionnelle.

A la sortie du souterrain de Chamont commence un des grands ouvrages de cette belle entreprise : c'est encore un siphon, celui du Grand-Morin, long de deux mille neuf cent trente-six mètres, qui se classe le second dans cette série de travaux remarquables.

Peu après ce passage important, on peut citer le souterrain de Coupvray. Il n'est pas bien long, puisqu'il ne mesure que sept cents mètres,

mais il a été l'un des plus pénibles à exécuter, à cause de la dureté des couches de pierre meulière qu'on rencontra.

Au village de Chessy est la tête du siphon de la Marne. Il est un peu plus court que celui du Grand-Morin, puisqu'il ne dépasse point deux mille deux cent soixante-sept mètres de longueur; en revanche, il descend plus profondément, car sa plus grande flèche atteint jusqu'à soixante-quinze mètres. Entre Chalifert et Lagny, il franchit la Marne sur un pont de trois arches. En résumé, ce travail est, dans son ensemble, un de ceux qui ont présenté les plus mauvaises conditions.



Réservoirs de Ménilmontant (bassin inférieur).

Près d'arriver à Paris, pour franchir la distance séparant le Raincy du plateau de Montreuil et de Bagnolet, on a construit le Léviathan du genre : le siphon de Villemomble. Ce siphon ne mesure pas moins de quatre mille huit cent quatre-vingt-un mètres; il a présenté sur son parcours des difficultés toutes particulières, qui font de cette partie de la dérivation un point nécessitant une surveillance constante. La branche ascendante aboutit à la redoute de Montreuil, et conduit l'aqueduc à travers les marnes vertes contenant une nappe d'eau des plus gênantes. Pour construire l'aqueduc, on a dû se débarrasser à tout prix de cette eau par un drainage préalable et par un puits perforé dans le gypse. Malgré ces précautions, l'aqueduc est constamment menacé dans ce passage.

Enfin le débouché des eaux se fait à Paris par la porte de Ménil-

montant, dans les réservoirs établis entre les rues Saint-Fargeau, du Chemin-Neuf, de Ménilmontant et de Darcy.

L'expérience avait indiqué l'insuffisance des réservoirs anciens, qui contenaient seulement le volume d'eau monté dans une journée. On donna aux nouveaux une capacité égalant deux fois et demie le volume d'eau amené en vingt-quatre heures par l'aqueduc, c'est-à-dire cent mille mètres cubes.

Il n'était pas facile de trouver, à l'altitude imposée par les besoins du service, un terrain assez étendu pour y établir d'aussi vastes travaux. Celui sur lequel ont été édifiés les bassins provenait, comme tous ceux



Usine de Saint-Maur.

des coteaux de la rive droite, d'anciennes exploitations de gypse. Il manquait donc complètement de solidité. Il a fallu chercher à six et même à sept mètres de profondeur un sol assez ferme pour soutenir les fondations.

Au moment où l'on commençait ces travaux, la ville fit l'acquisition des usines de Saint-Maur, afin d'augmenter l'appoint des eaux affectées au service public. La conséquence était la nécessité de posséder un autre réservoir pour contenir la quantité fournie par ce nouvel approvisionnement. Afin de diminuer les frais, M. Belgrand eut l'idée de loger les eaux provenant de la Marne entre les piliers soutenant les fondations du réservoir de la Dhuis.

Le réservoir de Ménilmontant est donc à deux étages. Les deux bassins inférieurs, d'une contenance de vingt-huit mille cinq cents mètres

cubes, logent les eaux de la Marne. Les deux bassins supérieurs, d'une capacité de cent mille mètres cubes, reçoivent les eaux de la Dhuis et de la source de Saint-Maur, autre acquisition heureuse de la ville.

Les deux étages sont séparés par un plafond cintré de trente-cinq centimètres d'épaisseur à la clef. Une voute légère, supportée par des piliers espacés de six mètres, recouvre les bassins supérieurs et est elle-même dissimulée sous une couche de terre gazonnée, épaisse de quarante centimètres, qui défend des influences atmosphériques l'eau emmagasinée dans les réservoirs.

Ces réservoirs sont complétés par celui qui se trouve au sommet de Belleville, dans l'ancien cimetière de la commune, et qui sert à la distribution des eaux, qu'on y refoule pour le service des maisons inaccessibles aux eaux de Ménilmontant.

La dépense occasionnée par ce beau travail de dérivation s'est élevée, en chiffres ronds, à dix-huit millions de francs.

En terminant, disons à la gloire de ses auteurs que, commencés à la fin de juin 1863, les travaux furent menés avec une telle activité, avec une si grande vigueur, que l'eau fut introduite dans l'aqueduc le 2 août 1865, et que la distribution régulière dans Paris commença dès le 1er octobre de la même année. Depuis elle n'a jamais subi d'arrêt bien notable.

IV

LA DÉRIVATION DE LA VANNE

Les études comparatives faites sur le débit de diverses rivières ayant démontré la régularité de la Vanne, la ville tint à s'assurer la possession de ses eaux, qui sont d'une qualité exceptionnelle.

Cette régularité tient surtout à la nature des terrains crayeux de cette partie de la Champagne. Ils sont très perméables, par conséquent très favorable à l'alimentation des sources. Les pluies qui tombent dans cette région, au lieu de ruisseler sur les plateaux, sont tout de suite absorbées par le sol. Il en résulte que, malgré la basse moyenne des pluies tombant dans le bassin de la Vanne, ce bassin se trouve un des mieux

partagés pour l'abondance des sources. Une grande partie de ces sources forme d'importants marais occupant le fond de la vallée de la Vanne; le reste, soutenu par des terrains imperméables, forme une série de fontaines qui s'épanchent par le thalweg et fournissent les belles eaux qui approvisionnent Paris.

Quand ce double état de choses eut été bien établi par des études répétées, l'administration municipale de Paris décida qu'on achèterait celles des sources de la vallée de la Vanne qui étaient situées au-dessus des marais.

Cette opération préliminaire fut conduite avec assez d'habileté pour



La Vanne. — Source de la Bouillarde.

que les prétentions des propriétaires soient restées dans des limites raisonnables. Néanmoins les frais d'acquisition des sources proprement dites montèrent à un million cinq cent quatre-vingt-un mille sept cent soixante-seize francs.

Ces sources étant achetées franches de toute servitude, la ville était libre de les dériver où bon lui semblait sans payer d'indemnités aux riverains; mais l'administration pensa qu'elle devait, en équité, indemniser les usagers auxquels la privation des eaux de la Vanne pouvait porter un préjudice quelconque. Comme, d'autre part, il était difficile d'évaluer exactement le dommage causé, elle se décida, non à indemniser les propriétaires, mais à acheter les propriétés elles-mêmes, quitte à revendre plus tard celles dont la ville ne pourrait tirer un parti profitable.

Cette résolution entraîna une dépense supplémentaire de près de trois millions.

Une fois tous les contrats passés, la ville de Paris se trouvait propriétaire : 1o de cinq sources principales dont l'altitude permet le déversement direct dans les réservoirs de Montrouge. Pour cette raison elles sont dites « sources hautes » ; 2o de huit autres sources, dites « sources basses », que leur altitude obligeait à remonter au moyen de machines pour en déverser les eaux dans l'aqueduc ; 3o des sources de Cochepie, situées hors du bassin de la Vanne, mais qui pouvaient, moyennant un raccordement de onze kilomètres, s'ajouter aux précédentes ; 4o de



Réservoirs de Ménilmontant (bassin supérieur).

propriétés et d'usines d'une importance et d'une étendue variables acquises dans les conditions que nous venons de relater.

Les sources hautes sont conduites directement à la tête de l'aqueduc qui les amène à Paris ; les autres sont refoulées dans des conduites spéciales et déversées aux points convenables dans l'aqueduc qui a déjà reçu les sources hautes.

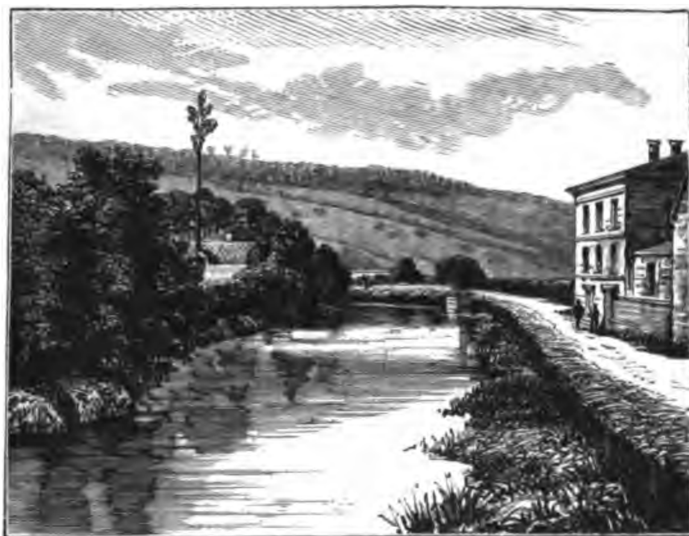
Le grand travail qu'il a fallu établir pour les amener toutes au point voulu mesure exactement cent soixante-treize kilomètres, et se décompose ainsi :

93,000 mètres en parties voûtées ou avec substructions.
21 500 mètres en siphons.
41 900 mètres en souterrains.
16 600 mètres supportés par des arcades.

On peut encore présenter ainsi l'ensemble de l'œuvre :

16 225 mètres d'aqueducs secondaires pour la captation des sources,
20 386 mètres d'un aqueduc collecteur, et
136 391 mètres qui forment la longueur de l'aqueduc principal.

Les ouvrages d'art nécessités par la dérivation de la Vanne comportent : seize grands siphons, plus un certain nombre de moindre importance, mesurant ensemble trois mille cinq cent vingt-quatre mètres; vingt et un grands souterrains augmentés d'autres qui, mis bout à bout, développent près de treize kilomètres; dix-sept suites



La Vanne. — Source de Cochepie.

importantes de ponts et d'arcades autres que celles des siphons, et deux kilomètres de cintres répartis le long de l'aqueduc.

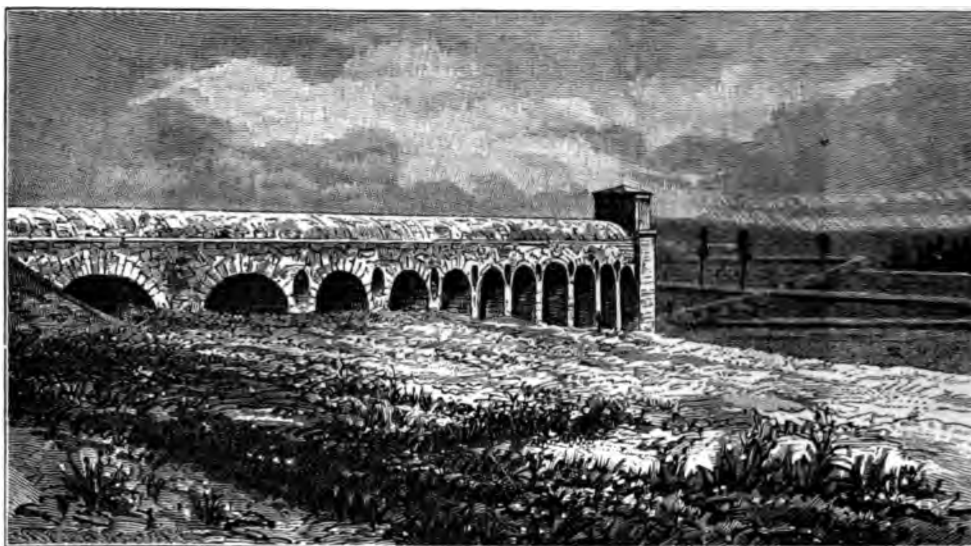
A cette énumération il convient d'ajouter encore deux cent soixante-six regards, sur lesquels trente-quatre sont de grandes dimensions.

La pente qui permet à l'eau de se déverser à Paris n'est point égale sur tout le parcours. Entre la vallée de la Vanne et la rivière d'Orge, à quelques kilomètres de Paris, la pente est de treize centimètres par kilomètre; elle n'est plus que de dix centimètres depuis l'Orge jusqu'à Paris.

Cette pente dépense les trente et un mètres dix-sept centimètres de différence de niveau qui existe entre la source d'Armentières, située à cent onze mètres dix-sept centimètres, point de départ des sources hautes, et le trop-plein des réservoirs de Montrouge, placé à quatre-vingts mètres.

Dès l'origine, on se trouva aux prises avec les plus sérieux obstacles. Le captage de la source d'Armentières, de beaucoup la plus importante de celles que la ville possède dans la vallée de la Vanne, a nécessité des travaux fort sérieux. Pour diriger ses eaux vers l'aqueduc, on se trouva gêné par des infiltrations si considérables, qu'il fallut établir en dessous de l'aqueduc de dérivation, et sur une longueur de deux kilomètres, une cuvette en ciment pour servir de drain aux eaux d'infiltration.

Indépendamment du train d'Armentières, le siphon de la Vanne fut d'une exécution difficile. Il fallait lui faire franchir les marais qui rem-



Siphon de Chigy.

plissent le fond de la vallée; on y parvint en appuyant les tuyaux de fonte sur un sol artificiel composé de pieux enfoncés dans la tourbe et remblayé avec des cailloux crayeux.

Des nombreux siphons au moyen desquels on franchit les vallées, celui dit de l'Yonne est le plus remarquable par son importance. Il est le plus grand de tous. Sa longueur développée est de trois mille sept cent trente-sept mètres; sa flèche mesure quarante mètres. Il est soutenu au-dessus des crues de l'Yonne par un pont-aqueduc long de mille quatre cent quatre-vingt-treize mètres, et qui ne compte pas moins de cent soixante-deux arches.

Cet ouvrage remarquable est construit en béton aggloméré, ainsi qu'une grande partie des ouvrages de même genre nécessités par la conduite de l'eau.

Certains souterrains donnèrent lieu à de grandes difficultés d'exécution. Dans celui de Ville-Saint-Jacques on se trouva en face d'un banc puissant de calcaire d'eau douce d'une grande dureté. Il fallut faire l'extraction entièrement au poinçon.

Le passage de l'aqueduc à travers les alluvions quaternaires remaniées par les eaux, qui caractérisent certaines parties de la Brie, a donné lieu à d'intéressantes découvertes d'ossements appartenant à l'époque quaternaire. Sur une longueur de quelques mètres on a trouvé de nombreux bois de rennes adhérant encore aux ossements de la tête.

Le siphon de Moret, auprès duquel ces trouvailles ont été faites, est



Aqueduc sur l'Yonne.

un des beaux ouvrages de la dérivation de la Vanne. Il descend et remonte les coteaux de la vallée du Loing au fond d'une tranchée ouverte dans le calcaire d'eau douce; à sa partie basse il est supporté au-dessus du niveau des grandes eaux du Loing par cinquante-trois arcades en béton aggloméré. Les tympans de chaque arche sont ajourés par de petites voûtes en perforation qui donnent à l'ouvrage un aspect des plus heureux. Un parapet composé de petits cintres accolés achève de lui donner un cachet de grande élégance.

Le point le plus difficile fut, sans contredit, la masse des sables de Fontainebleau, qui en 1854 avait fait échouer un premier tracé étudié par M. Belgrand lui-même et par un de ses meilleurs collaborateurs, M. l'ingénieur Lesguillier. Ces études, reprises à nouveau sous un autre point de vue, firent découvrir que les sillons creusés dans les sables

de Fontainebleau par les phénomènes diluviens auxquels le bassin de la Seine doit son relief actuel étaient tous dirigés au sud-est et au nord-ouest. C'était précisément la direction nécessitée par le tracé. Grâce à cette curieuse observation géologique, on put traverser ce terrain d'aspect si tourmenté en suivant presque en ligne droite, sur une longueur de vingt-trois kilomètres, un de ces longs ravins d'origine diluvienne. Toutefois les dénivellations provenant des courants de ces âges lointains obligèrent de racheter ces irrégularités du thalweg par plus de cinq mille mètres de hautes arcades et par à peu près autant de souterrains.

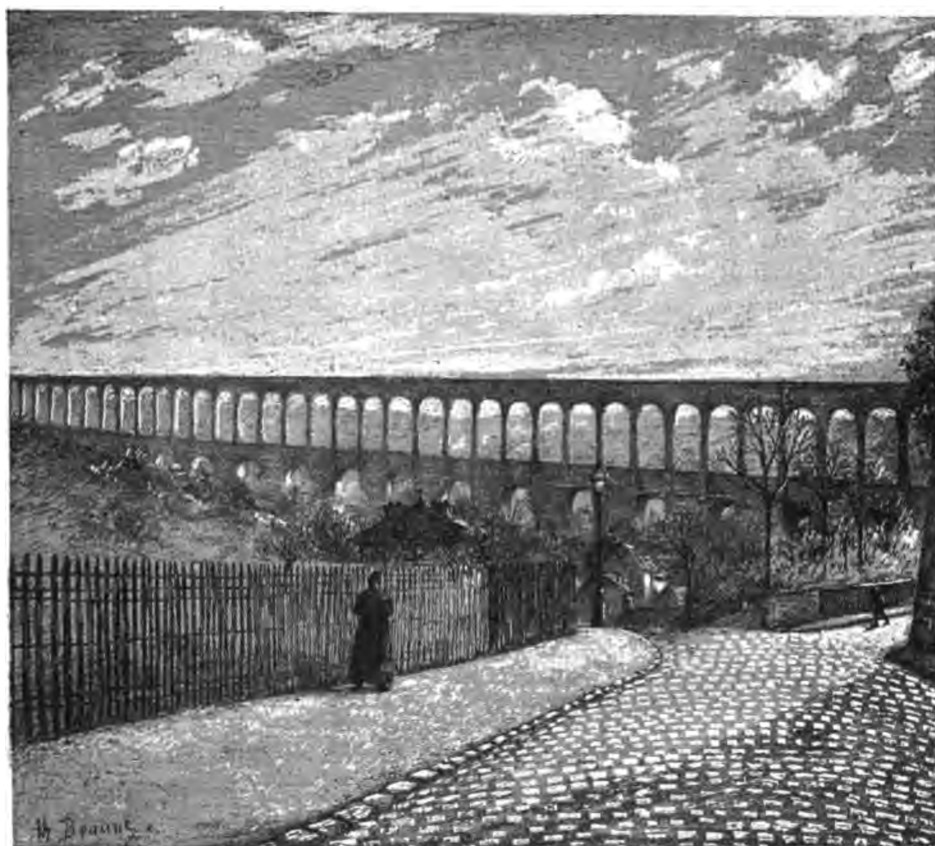


Ancien aqueduc d'Arcueil.

Au sortir de ces parties difficiles, l'aqueduc se poursuit à travers le pays d'Hurepoix, plateau bas qui a nécessité une longue suite d'arcades et de substructions. Dans ce même parcours, la rivière d'Essonne créa des difficultés énormes. Comme toutes celles du bassin de la Seine, cette vallée est très tourbeuse; le sol résistant ne se rencontre qu'à une profondeur considérable, et l'on ne peut y asseoir des constructions d'une certaine importance. Pour soutenir la double conduite qui constitue le siphon, M. Belgrand fit établir une chaussée qui mesure environ quatre cents mètres, et qui se compose entièrement de pilotis s'enfonçant jusqu'à dix-huit mètres dans le sol.

La section de l'ouvrage qui s'étend depuis cette vallée jusqu'à l'Orge fut, par suite de la nature défectueuse du sol, une des plus coûteuses de la dérivation.

Il semblait que les difficultés s'accumulaient à mesure qu'on approchait du but; car on eut à lutter de la manière la plus énergique contre les marnes vertes et leurs puissantes infiltrations, au moment où l'on arrivait en vue de Paris. On parvint non seulement à assécher le corps du travail, mais on eut l'ingénieuse pensée de transformer en agent utile ces infiltrations si gênantes. Le produit du drainage opéré dans



Vue des aqueducs superposés de la Vanne et d'Arcueil.

ce passage est porté au moyen d'une conduite spéciale jusque dans l'aqueduc d'Arcueil, voisin du souterrain de l'Hay. L'apport de la source de Rungis se trouve ainsi doublé sans aucun inconvénient pour l'hygiène publique, puisque les eaux d'Arcueil ne servent qu'à alimenter les bassins du Luxembourg.

Au même point ou à peu près, c'est-à-dire à Arcueil, se remarque l'une des plus hardies constructions qui soient dues à l'art de l'ingénieur. Il s'agissait de traverser la Bièvre à un niveau élevé pour arriver à la cote voulue dans les bassins de Montrouge. On a utilisé dans ce but les arcades construites par Marie de Médicis; on y a assis celles

qui conduisent la Vanne au delà de la Bièvre. On peut voir ainsi le nouveau pont-aqueduc s'allonger sur un parcours de neuf cent quatre-vingt-dix mètres au moyen de soixante-dix-sept arches, dont une partie s'appuie, en produisant le plus heureux effet, sur le lourd monument du XVIIe siècle.

De cet endroit, les eaux vont directement trouver les réservoirs où elles s'emmagasinent.

Plus encore que pour celui de la Dhuis, une sévère économie a présidé à l'exécution de cet aqueduc. Toute ornementation a été écartée : le côté artistique a été volontairement sacrifié ; le beau ne se manifeste que dans la perspective des grandes lignes. Lorsque les matériaux se trouvaient à pied d'œuvre ou à peu près, on a utilisé ceux qu'on avait sous la main, pourvu que leur qualité répondit au service attendu d'eux ; c'est ainsi qu'une grande partie de la maçonnerie est simplement en meulière brute et ciment. Quand l'approche des matériaux semblait devoir élever la dépense, les ouvrages d'art ont été construits simplement en béton aggloméré du système Coignet.

Les constructions élevées par ce système méritent une courte description. Au lieu de matériaux appareillés, on emploie uniquement du sable et du ciment, que des broyeurs mêlent et triturent énergiquement. Il en sort une espèce de pâte qui est jetée dans des moules formés de planches et de forts madriers affectant la forme définitive de la construction.

Des ouvriers l'y battent au moyen de pilons. Comme l'on se sert de ciments à prise rapide, ce moulage acquiert tout de suite la solidité et l'aspect de la pierre. Aussitôt que les piliers ont atteint la hauteur voulue, les cintres sont établis par les charpentiers, et l'on procède pour la voûte comme pour les pieds-droits. Les parties ajourées s'obtiennent en réservant des vides dans la masse.

Un des grands avantages de cette méthode est la rapidité merveilleuse avec laquelle avance le travail. Ce fut une des raisons qui firent accueillir les offres des frères Coignet dans la soumission qu'ils proposèrent.

Les uns et les autres de ces ouvrages, dont plusieurs se trouvent sujets à de nombreuses causes de destruction, ont nécessité certaines mesures de précaution, l'emploi de moyens de défense spéciaux contre des avaries trop rapides. Les arcades basses ont été remblayées autant que possible ; au pied des arcades moyennes on a fixé des lierres qui, en quelques années, ont enveloppé toute la maçonnerie d'un tapis iso-

lant. Quant aux arcades élevées, on a recouvert le sommet de matelas de terre gazonnée; de plus, on a planté de chaque côté des arbres à haute tige dont l'ombrage, un peu lent à venir, forme un écran protecteur contre les fissures produites par la trop grande ardeur des rayons solaires.

Pendant plusieurs années ces longues suites d'arcades ont été une grosse préoccupation pour l'éminent ingénieur. Elles sont toujours la partie faible d'une dérivation de ce genre; soumises inévitablement aux variations de température, elles sont exposées à des accidents quelquefois graves tant que les phénomènes de rétraction et de dilatation des matériaux ne se sont pas complètement produits.



Arrivée de la Vanne sur le plateau de Montrouge.

Le réservoir dans lequel la Vanne se déverse à son arrivée à Paris est le plus gigantesque travail qui ait été entrepris depuis bien des années pour les besoins de la capitale. Il a été creusé et construit dans la couche supérieure du plateau de Montsouris, reproduction géologique très exacte des marnes, des calcaires et des argiles de Montmartre. C'est dire les difficultés que présentèrent les opérations de terrassements opérations préliminaires pourtant. En 1869 on commença l'enlèvement d'une montagne de déblais pour créer la vallée qui devait recevoir ces immenses réservoirs; la guerre de 1870 tint les travaux en suspens durant près d'un an, et ils furent mis en service, dès 1874, sans être achevés.

Rien au dehors n'annonce ce chef-d'œuvre immense, unique en son

genre, qui couronne la belle entreprise de M. Belgrand. Les voûtes qui le surmontent sont recouvertes de terre gazonnée qui dérobe à tous regards le trésor liquide qu'elles renferment. Un grand mur en pierre meulière, soutenu par des talus herbeux, entoure toutes les faces du réservoir.

En gravissant l'escalier accroché sur l'un des talus, on arrive à une plate-forme d'où l'on n'aperçoit rien qu'une prairie où sont plantés, de distance en distance, une demi-douzaine de kiosques en verre rappelant ceux des marchands de journaux. C'est par là qu'une faible lueur pénètre dans l'intérieur de l'édifice. Si l'on descend quelques marches,



Réservoirs de Montsouris.

on se trouve au niveau du réservoir supérieur, dont la nappe immense, calme, limpide, se perd dans l'ombre et ne saurait donner une idée de l'immensité des réservoirs.

Pour se rendre compte de ce magnifique travail, il faut pénétrer dans les galeries régnant autour des réservoirs inférieurs. Ces galeries ont neuf cent seize mètres de développement. Quand on est muni de lanternes on peut entrevoir les rangées de piliers massifs qui supportent la voûte et se répètent à l'étage supérieur.

L'édifice, qui a deux mille cent quarante-huit mètres de côté, est partagé en deux étages, divisés à leur tour en deux compartiments latéraux indépendants. Ces quatre réservoirs contiennent chacun neuf cents piliers et renferment : ceux d'en haut, une couche d'eau épaisse de trois mètres et demi ; ceux d'en bas, une épaisseur de cinq mètres.

La contenance totale dépasse trois cent mille mètres cubes; chaque jour un tiers de cette provision se renouvelle.

Les quatre réservoirs ont une arrivée et un tuyau de dégagement distincts, de façon à être absolument indépendants; de sorte que si un accident arrivait à l'un d'eux, ou en cas de travaux à y exécuter, le service ne subît pas le moindre arrêt.

Le quartier des Champs-Élysées est le premier qui ait reçu les eaux de la Vanne. Depuis le mois d'avril 1875, époque de l'ouverture définitive, la distribution n'a pas été suspendue un seul instant.

Cette grande dérivation de la Vanne a coûté, y compris les travaux pour la distribution dans Paris, la somme de quarante-neuf millions de francs, qui se décompose ainsi en groupant ensemble les dépenses de même nature :

Acquisitions de sources, usines, propriétés diverses et terrain des réservoirs.	5000000 00
Terrains pour l'aqueduc.	3336770 75
Travaux de l'aqueduc.	27508717 08
Fournitures diverses et travaux en régie.	3273729 40
Les réservoirs de Montrouge.	5782443 18
Distribution dans Paris.	3238385 40
Personnel.	839954 10
Travaux à titre d'indemnité.	20000 00
Total :	48999999 91

Si l'on retranche de cette somme générale la dépense des réservoirs et de leurs terrains.	6800000	
Et celle de la distribution dans Paris. .	3200000	
Soit :	10000000	10000000
Il reste en chiffres ronds :		39000000

pour les frais occasionnés par l'arrivée quotidienne à Paris de cent mille mètres cubes d'une eau admirablement belle et bonne.

L'auteur d'une telle entreprise eût été mis, chez les anciens, au rang des demi-dieux; nos pères lui auraient élevé des statues; nous nous sommes bornés, nous modernes, à donner son nom à l'une de nos voies les plus secondaires. C'est là toute la reconnaissance montrée à l'un des plus réels bienfaiteurs de la ville de Paris, à l'un des hommes

qui ont le plus contribué à lui fournir les conditions de salubrité, de bien-être qui en font, comme séjour, une des premières villes du monde.

V

CONCLUSIONS

Ces merveilleux travaux sembleraient avoir assuré à Paris une abondance et une qualité d'eau sans égales. Pourtant il n'en est rien. Si vaste qu'il soit, ce projet n'était qu'une partie du plan général dressé pour l'alimentation et l'assainissement de notre capitale.

Les deux dérivations que nous venons de décrire lui assurent une masse journalière de cent trente mille mètres cubes d'eau de source; cependant cette quantité n'est plus jugée suffisante, et l'administration, désireuse de pourvoir uniquement d'eau de source la consommation particulière tout entière, a nouvellement acquis d'autres sources, sinon aussi belles, du moins tout aussi abondantes.

L'Avre et la Voulzie, situées l'une dans l'Eure, l'autre près de Provins, sont deux petites rivières qui doivent venir déverser dans Paris un supplément de cent vingt mille mètres cubes fournis pour moitié par chacune d'elles.

Un des grands avantages de la dérivation de l'Avre sera d'amener l'eau dans Paris à la cote de quatre-vingt-douze mètres et de pouvoir desservir des quartiers inaccessibles à la Vanne, dont la cote ne dépasse point quatre-vingts mètres; la Voulzie desservira les mêmes quartiers que la Vanne dessert actuellement. Une double canalisation permettra une alimentation plus abondante et obviera aux inconvénients d'une rupture possible des conduites.

Les dépenses nécessaires à l'achèvement des ouvrages sont déjà évaluées.

L'aqueduc de l'Avre, long de cent trente-quatre kilomètres, coûtera trente millions; l'aqueduc de la Voulzie, qui mesurera cent trente-cinq kilomètres, exigera trente-deux millions. Ces grandes opérations, conçues par M. Couche, l'élève et le successeur de l'illustre Belgrand, ne seront

pas exécutées sous sa direction; une mort violente, épouvantable[1], a enlevé à la science ce digne continuateur des traditions de son maître. Le soin de poursuivre l'accomplissement de son vaste plan est laissé à un autre de ses disciples, M. Bechman, qui s'est familiarisé depuis de longues années avec ces questions importantes du service de Paris.

Quand les deux aqueducs complémentaires seront achevés, l'alimentation de la ville de Paris se composera de :

Eaux de source :	Dhuis et Vanne	130 000	250 000
	Avre et Voulzie.	120 000	
Eau de Seine			170 000
Eau de Marne			80 000
Eau du canal de l'Ourq			120 000
		Total	630 000

sans compter l'appoint fourni par les sources d'Arcueil, ainsi que par les puits artésiens de Grenelle et de Passy, qui ont des destinations spéciales.

Dans ces conditions, la part quotidienne de chaque habitant de Paris sera de trois cents litres, tant pour le service public que pour le service privé.

Il ne suffira pas de prodiguer tant d'abondance au public; il faudra encore le mettre en mesure et souvent en demeure d'en user. Les canalisations nécessaires, pourtant si nombreuses déjà dans Paris, sont loin d'avoir l'étendue et surtout les dispositions convenables; une énergique réglementation s'élabore dans le but d'imposer à chacun, au nom d'une hygiène bien comprise, la consommation d'une quantité convenable d'eau; en même temps, de grands efforts sont faits pour en abaisser le prix si bas, que la cherté de cette indispensable denrée soit un argument impossible à opposer.

Quand on aura résolu victorieusement cette question vitale de fournir l'eau à profusion, se présentera son corollaire, dont l'importance et la nécessité s'accroissent en raison même du développement donné à la consommation de l'eau. Car, après avoir fait circuler à flots dans Paris les ondes bienfaisantes, il faudra débarrasser la ville de tous les torrents contaminés produits par l'usage public et privé. Ici l'on se trouve en face d'un des plus gros problèmes de l'hygiène urbaine : la question des égouts.

[1] M. Couche a péri en essayant de sauver son fils, qui se noyait sous ses yeux.

Nous ne prétendons point la traiter; nous nous bornons à la signaler pour montrer combien le problème comporte de termes nombreux.

D'ailleurs, nul n'ignore les admirables travaux déjà accomplis dans ce service. Tout remarquables qu'ils sont par leur disposition et leurs dimensions, les égouts actuels de Paris ne pourront suffire à évacuer le fleuve qui doit bientôt circuler dans ces artères souterraines. Et, quand cet écoulement aura eu lieu, que fera-t-on de toutes ces eaux? où les conduira-t-on?

On sait, par une expérience prolongée et par l'exemple de plus d'une grande ville, combien il est dangereux pour les riverains de déverser les eaux vannes dans la Seine. Le fleuve s'en est trouvé empoisonné sur un long parcours jusqu'au moment où l'on a pu utiliser en irrigations fécondes, dans les plaines caillouteuses de Gennevilliers, une partie des eaux d'égout.

Le reste, que la nécessité oblige de jeter à la Seine, prend des proportions sans cesse croissantes et qui alarment à bon droit les populations d'aval de Paris. Cette situation préoccupe assez l'administration pour avoir donné naissance à des projets consistant à porter plus loin qu'on ne le fait actuellement, et sur des espaces plus vastes, les eaux que Paris a salies. Malheureusement ces plans, que la raison impose, rencontrent une opposition systématique dans la plupart des communes avoisinant les portions de la forêt de Saint-Germain désignées pour cet emploi.

La science et l'expérience ont beau démontrer le peu de fondement des arguments invoqués contre ces projets, on se heurte à des intérêts particuliers qui, se jugeant gravement menacés, ne peuvent se résigner à s'effacer devant l'intérêt général.

Cette opposition ne saurait surprendre, puisque le même fait s'est produit de la part des populations intéressées quand il s'est agi de leur demander, en échange de larges allocations, leurs sources et les terrains nécessaires à leur passage.

Nous sommes persuadé qu'une heureuse solution se produira dans un temps prochain. Après avoir tant dépensé pour se procurer une eau belle et salubre, Paris trouvera bien le moyen de rejeter au loin, sans nuire à personne, les six cent mille mètres cubes d'eau qu'il aura souillés pour son usage.

LE

CABLE TRANSATLANTIQUE

I

CONSTRUCTION DU PREMIER CABLE

Les services inappréciables que rendaient les divers câbles immergés depuis peu de temps à travers le détroit du Pas-de-Calais et sur divers points du globe suggérèrent, en 1852, à l'ingénieur anglais Gisborne l'idée d'abréger pour les dépêches la route d'Europe aux États-Unis, en établissant une ligne télégraphique depuis la ville de Saint-Jean, à Terre-Neuve, jusqu'à New-York. Dans ce projet, les navires venant d'Europe devaient déposer leurs dépêches à Saint-Jean; de là elles auraient été expédiées sur le continent américain. Soutenu par le gouvernement de Washington, qui accorda le privilège exclusif des transmissions avec l'Europe, le projet reçut un commencement d'exécution par l'établissement d'une ligne aérienne de Saint-Jean au cap Ray, extrémité sud-ouest de l'île. Il restait à gagner le continent au moyen de câbles reliant, à travers les eaux marines, l'île du Cap-Breton, celle du Prince-Édouard et le Nouveau-Brunswick.

S'étant mise en campagne avec des ressources insuffisantes, la compagnie fondée par Gisborne ne parvenait pas à faire aboutir son entreprise, lorsque le hasard se chargea de dénouer toutes les difficultés. L'ingénieur s'était rendu à New-York dans l'espoir de recueillir des

fonds pour son projet, lorsqu'il rencontra, dans l'hôtel où il était descendu, un riche capitaliste américain nommé Cyrus Field, auquel il exposa ses plans.

Celui-ci, qui avait le génie des affaires et qui possédait le sang-froid voulu pour faire manœuvrer les millions sur les champs de bataille industriels, l'écouta sans rien dire.

Quand Gisborne eut fini, Cyrus Field lui tint le langage suivant :

« Votre projet est mauvais, de quelque façon qu'on l'envisage, si l'on ne peut relier directement l'Europe et l'Amérique ; la ligne bâtarde de steamers qui est la base de votre plan ne constitue pas un avantage sensible. On ne manquera pas, un jour ou l'autre, de tenter l'immersion d'un câble entre l'Irlande et Terre-Neuve. La réussite de l'opération n'est qu'une question de temps ; votre concession deviendra, dans ce cas, parfaitement inutile. Si le problème n'est pas insoluble, je me charge de le faire aboutir ; je rachèterai vos privilèges et prendrai la suite de vos opérations. Vous aurez ma réponse dans quinze jours. »

Aussitôt Field écrivit au lieutenant Maury, qui venait de se signaler par son admirable travail sur les courants océaniens, pour lui demander s'il croyait praticable de déposer au fond de la mer un câble électrique réunissant l'Europe et l'Amérique. En même temps il demandait à Morse, le célèbre électricien, s'il regardait comme possible de faire franchir à un courant électrique la distance de trois mille cent kilomètres qui sépare l'Irlande de Terre-Neuve.

Maury répondit au riche capitaliste par l'envoi pur et simple de son remarquable rapport au secrétaire de la marine sur ses sondages entre Terre-Neuve et l'Irlande, rapport qu'il terminait précisément.

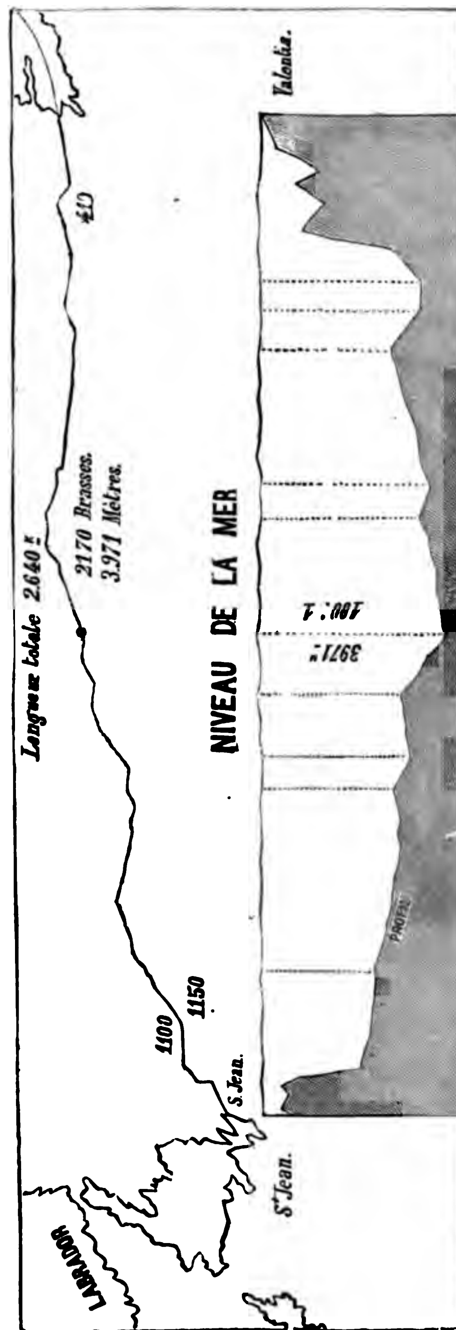
Quant à Morse, il ne fit que reproduire l'expression de sa confiance en la possibilité d'une pareille entreprise.

Lorsqu'il sut que l'Océan renfermait un vaste plateau sablonneux sur lequel le câble pouvait reposer avec une tranquillité parfaite, assez profond pour n'avoir rien à craindre des glaces flottantes, des ancres des navires, des courants ou d'un agent destructeur quelconque, l'audacieux Américain se décida à risquer sa fortune et celle de ses amis dans une entreprise qui eût fait reculer les plus hardis banquiers français.

Il racheta la concession de Gisborne, obtint le concours du gouvernement américain et celui de l'Angleterre, et se fit promettre une sub-

vention en faveur de l'entreprise pour le cas où il réussirait dans la solution du problème.

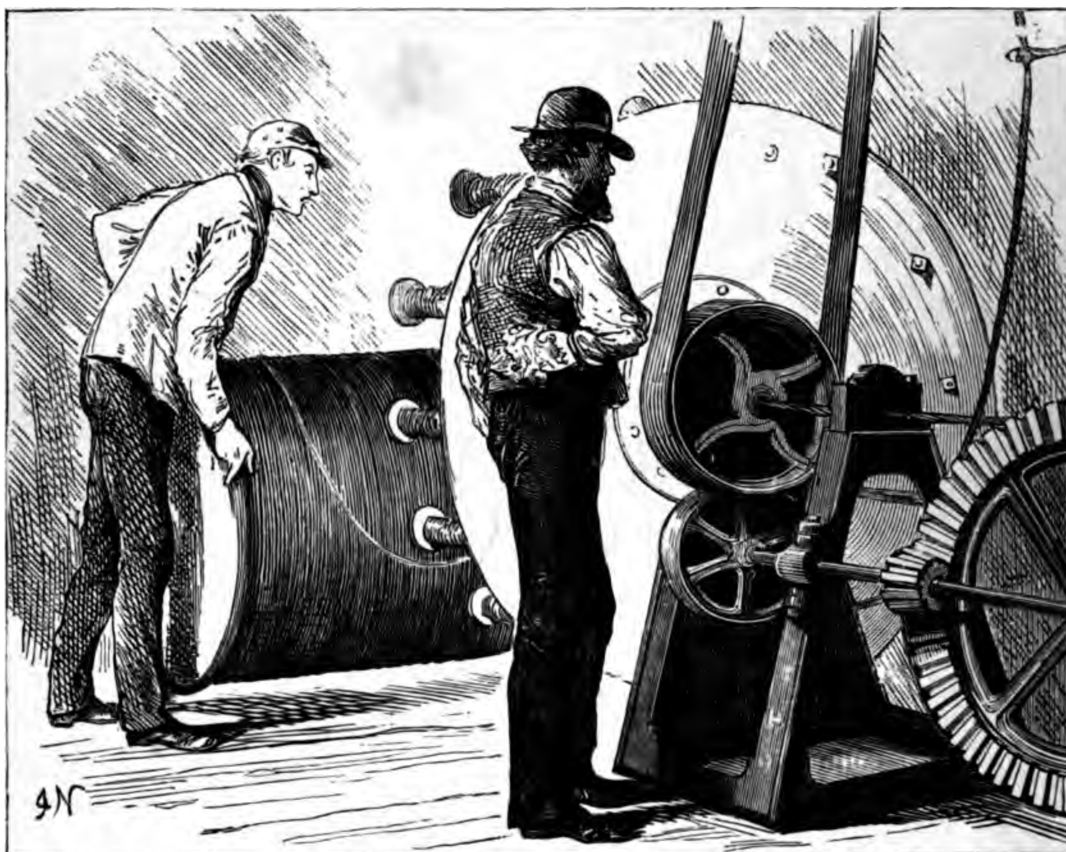
Il trouva sur les deux rives de l'Atlantique un accueil également intelligent, également sympathique. Les gouvernements anglais et américain se réunirent pour faire exécuter de nouveaux sondages, afin de bien déterminer la route que devrait suivre un câble réunissant les deux continents. Le lieutenant américain Berrymann en fut chargé. Il trouva que la profondeur *moyenne* de l'Océan, sur tout le parcours de l'Irlande à Terre-Neuve, varie de dix-huit cent vingt-huit mètres à trois mille sept cent quatre-vingt-deux mètres près des rivages de l'Irlande et aux abords de Terre-Neuve. La dépression se manifeste surtout au milieu du parcours.



Itinéraire du câble transatlantique entre Valentia et Terre-Neuve. — Profil de l'océan Atlantique dans la traversée du plateau télégraphique.
(Les profondeurs du profil sont appréciées dans la proportion de 100 pour 1.)

Une contre-épreuve fut confiée au commandant Dayman, de la marine britannique. Son travail conclut à des profondeurs qui, sur quelques points, dépassent quatre mille mètres. Cette profondeur se manifestait avec peu de variations jusqu'à cent lieues de la côte américaine. L'ensemble de cette longue dépression sous-marine a reçu du commandant Maury le nom un peu excessif de plateau télégraphique. C'est au cours de ces diverses études que fut inventée la fameuse sonde marine du lieutenant Brooke, dont la science a tiré depuis tant de précieux services.

Pour s'assurer que les espérances de transmission à si grande distance formulées par Morse étaient du domaine pratique, Cyrus Field s'adressa aux directeurs des lignes télégraphiques d'Angleterre et d'Irlande, et leur demanda de choisir une nuit pour réunir en un seul fil toutes les lignes de leur exploitation. L'expérience, à laquelle ils se prêtèrent de la meilleure grâce d'ailleurs, porta ainsi sur une longueur de plus de huit mille kilomètres et réussit admirablement. Cette épreuve,



Câble de 1857. — Construction de l'âme du câble.

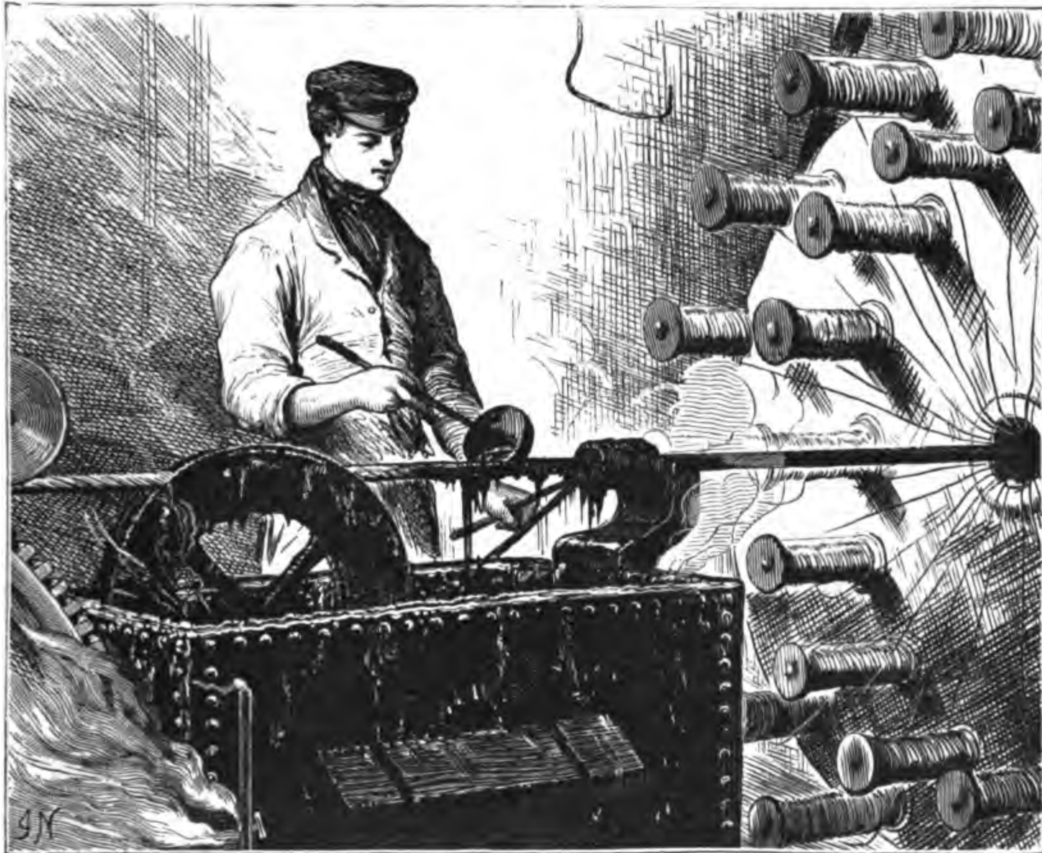
célèbre dans les annales de l'électricité, eut lieu dans la nuit du 9 octobre 1856; elle démontra que le fluide passait avec une facilité extraordinaire le long de cette ligne, composée de fils tantôt aériens, tantôt enfouis dans le sol ou noyés sous l'eau de la mer et des rivières.

En présence de semblables résultats, patronné par tout ce que la science, l'industrie et la banque comptait de plus éminent, Cyrus Field fonda la *Compagnie transatlantique*, en moins d'un mois, au capital de neuf millions de francs. Dès les premiers jours de décembre 1856, la souscription aux actions de la compagnie était close et les fonds de

garantie versés. L'Angleterre, plus ardemment éprise que l'Amérique, promit les vaisseaux nécessaires à la pose du câble qu'il s'agissait de construire.

La question financière se trouvait résolue; il restait encore à régler la fabrication, laquelle se présentait dans des conditions toutes nouvelles.

La distance entre Valentia, en Irlande, et Saint-Jean, à Terre-Neuve, points extrêmes de la ligne projetée, est de trois mille cent kilomètres.



Câble de 1857. — Application de l'enveloppe goudronnée.

Afin d'obvier aux déviations de la route et de fournir aux ondulations du fond, la longueur du câble fut fixée à quatre mille cent kilomètres. Les études du commandant Maury avaient indiqué le mois d'août comme l'époque la plus favorable à la pose. On résolut d'être prêt pour le mois de juillet. La construction fut confiée à l'usine de Glass et Elliot, à Greenwich, qui se chargea de fabriquer l'âme du câble, c'est-à-dire le fil intérieur enveloppé de gutta-percha, et à MM. Newall, à Birkenhead, qui devaient le recouvrir d'une armature extérieure destinée à protéger le fil contre toute altération.

On choisit entre soixante-deux échantillons de fabrication différente, et l'on s'arrêta à un câble pesant six cent trente-quatre kilogrammes par kilomètre, d'une taille infiniment moindre que ceux dont on faisait usage dans des fonds ordinaires. Il n'y avait à craindre ni l'agitation des vagues, ni les causes de destruction provenant de la navigation, puisqu'il devait reposer sur un fond inaccessible et immuable.

Le fil conducteur devait être unique; mais il était formé d'un cordon métallique composé de sept fils tordus ensemble. Au fur et à mesure qu'une partie de *toron* était fabriquée, on éprouvait sa conductibilité électrique et sa résistance à la traction. Puis on le recouvrait de six couches successives de gutta-percha; le degré d'isolement était vérifié à chaque superposition. On soumit ensuite le câble à une énergique pression, afin d'augmenter la propriété isolante de la gutta-percha.

Les plus grands soins furent apportés à cette partie de la fabrication. La seconde série d'opérations ne fut pas l'objet de moins d'attention.

En arrivant à l'usine Newall le câble fut enveloppé d'une couche d'étoupe imprégnée d'une composition de poix et de goudron, afin de protéger l'âme contre la pression de l'armature en fer. Enfin on entoura le tout d'une série de torons formés chacun de sept petits fils de fer, le tout tordu ensemble. Au fur et à mesure qu'il était achevé, le câble était plongé dans de grandes cuves pleines d'eau où il attendait le moment de l'immersion.

En fonctionnant jour et nuit, les machines chargées de ce travail filaient, par vingt-quatre heures, près de cent cinquante-huit mille mètres de fil. On a calculé que les fils de cuivre et de fer entrés dans le premier câble transatlantique formaient une longueur suffisante pour entourer treize fois la terre. Son poids total atteignait deux mille six cents tonneaux, et l'on avait dépensé cinq millions de francs avant de pouvoir le mettre à l'eau.

II

LES DEUX CABLES DE 1857 ET DE 1858

Tout cela ne constituait cependant que des opérations préliminaires. La plus délicate, la plus difficile restait encore à accomplir.

On ne connaissait point de navire capable d'emporter d'un seul coup le poids énorme de trois mille tonnes formé par le câble et par ses accessoires; ou plutôt on n'en connaissait qu'un seul, mais on ignorait encore ses qualités nautiques: c'était le ***Léviathan***, ce navire monstre, plus connu ensuite sous le nom ***Great-Eastern***, qui n'avait pas encore eu l'occasion de déployer ses merveilleuses qualités.

Il fallut embarquer le câble sur deux navires choisis parmi les plus grands dans les flottes anglaise et américaine.

Sur sa demande, le gouvernement anglais accorda à Cyrus Field la belle frégate à vapeur l'***Agamemnon***, et les États-Unis prêtèrent le ***Niagara***, un des douze grands steamers à vapeur que le cabinet de Washington venait de faire construire pour se montrer à la hauteur des progrès accomplis dans les flottes d'Europe.

Il fallut avant tout procéder à des aménagements spéciaux, ce qui sembla aux officiers de l'***Agamemnon***, si fiers de leur beau navire, une humiliation qu'ils ne subirent point sans une réelle résistance.

Des dispositions particulières devaient être prises pour recevoir ce colis d'une nature si peu ordinaire, pour héberger ce monstrueux serpent, dont les interminables anneaux devaient se dérouler sans pouvoir jamais se confondre. La descente au fond de l'Océan devait s'opérer avec une précision de vitesse ou de lenteur qu'une machine spéciale pouvait seule donner au moyen de freins, de couloirs, de poulies, de tambours, autour desquels le câble pourrait glisser ou s'enrouler sans crainte de rupture, sans que l'hélice du navire risquât de le saisir dans sa puissante aspiration.

Quand tout fut prêt et que chaque navire eut reçu sa part de câble, ils se rendirent à Corck, port d'Irlande, où furent prises les dernières dispositions. Chacun d'eux était accompagné d'auxiliaires devant l'aider

dans l'accomplissement de sa tâche et remplir le rôle de pilote. Deux frégates anglaises, le *Léopard* et le *Cyclope*, furent adjointes à l'*Agamemnon*; le *Niagara* emmenait avec lui le *Susquehanna*, de la marine américaine.

Le *Niagara* devait commencer la pose du câble à partir de Valentia et le laisser tomber jusqu'à l'épuisement de sa cargaison, puis l'*Agamemnon* devait souder en pleine mer le reste du câble et atterrir à Terre-Neuve.

Un dernier essai eut lieu. On s'aperçut alors qu'une partie du câble était tressée de gauche à droite et le reste dans le seus opposé; puis, quand les deux parties du câble eurent été mises en communication, on reconnut qu'il fallait un temps assez long pour que le courant arrivât d'une extrémité à l'autre. Ce fut une grande anxiété parmi les ingénieurs du câble; c'était le renversement des espérances fondées sur les bénéfices résultant d'un service suffisamment rapide; mais, comme l'on ne pouvait rien changer à cet état de choses, on résolut de poursuivre quand même l'opération.

Une fête solennelle fut donnée avant le départ définitif des deux navires. Le 5 août 1857, l'extrémité du câble fut fixée au poste télégraphique de Valentia; le 7, la flottille s'éloigna de terre en dévidant sa charge.

A peine avait-on fait dix kilomètres de route que, par suite de la négligence d'un des hommes chargés de surveiller la sortie de la cale, le câble s'entortilla dans la machinerie et se brisa net. On put retrouver le morceau tombé à la mer, et dans la journée même le câble était rattaché.

On était au 12 août; déjà l'on avait dévidé cinq cent quatorze kilomètres du précieux fil, et l'on se trouvait à cinq cent huit kilomètres des côtes, par un fond de trois mille deux cent quarante mètres, lorsque la mer grossit. Le navire filait de trois à quatre nœuds, et le câble, entraîné par un courant sous-marin ignoré, déviait considérablement lorsqu'une fausse manœuvre du mécanicien des freins, coïncidant avec un fort coup de tangage, cassa net le câble au niveau de la dernière poulie.

On ne pouvait recommencer l'opération avec les trois mille kilomètres qui restaient à bord. Il fallut revenir en Angleterre, où le silence obstiné du fil depuis plusieurs jours jetait le public dans la plus cruelle anxiété.

Cependant cette catastrophe ne put décourager les initiateurs de l'entreprise, et les ingénieurs apprirent en débarquant que les actionnaires avaient pris immédiatement un parti viril. Ils avaient commandé un autre câble qui, avec les parties encore en leur possession, devait être immergé au cours de la campagne suivante. On profita du retard imposé par cette nouvelle fabrication pour vérifier minutieusement, au moyen d'épreuves multipliées, les qualités conductrices de la ligne. Puis l'on décida que la pose commencerait au milieu de l'Océan, où l'*Agamemnon* et le *Niagara* se rendraient de conserve. Une fois l'épissure faite, les deux navires se sépareraient en dévidant chacun son câble, mais en restant constamment unis par les transmissions électriques.

Comme épreuve suprême, on procéda à une sorte de répétition générale consistant à immerger une grande partie du câble dans la baie de Biscaye. La mise à l'eau fut faite avec tous les soins possibles; quand on eut immergé quelques milliers de brasses, le courant électrique ayant été reconnu parfait, on releva le câble avec des précautions infinies et l'on se jugea prêt pour l'opération définitive.

Cette seconde expédition commença le 10 juin 1858; pour débuter, elle eut à affronter pendant sept jours un temps déplorable.

Dans l'hypothèse d'un nouvel échec, il avait été convenu que, si la perte du câble ne dépassait point deux fois celle de l'année précédente, les deux navires mettraient le cap l'un sur l'autre pour regagner aussi vite que possible le lieu du premier rendez-vous. Si la catastrophe se produisait plus tard, on devait gagner Liverpool.

Le 26 juin, l'*Agamemnon* et le *Niagara* se rejoignirent enfin; non sans de graves péripéties à bord de l'*Agamemnon*.

De même que l'année précédente, les Anglais avaient tenu à ce que leur navire portât toute la moitié du câble, malgré l'excédent de charge que cela constituait pour le navire, plus faible que le *Niagara*. De plus comme l'on avait ajouté quelques centaines de kilomètres pour obvier à un accident possible, l'*Agamemnon* avait dû, contrairement aux règles d'un bon chargement, recevoir sur son pont ce supplément de cargaison, qui se trouvait ainsi placé au-dessus du point que les ingénieurs maritimes nomment le métacentre. Cette masse produisait, aussitôt que la mer devenait un peu houleuse, un tangage et un roulis des plus dangereux. Un jour, les convulsions de la frégate devinrent si violentes, que la partie du câble arrimée sur le pont sortit de ses parcs et

bondit de l'arrière à l'avant. Roulant dans tous les sens comme un gigantesque serpent, le câble saisissait par les membres, par le corps, par les vêtements, les matelots à sa portée et les étreignait dans ses innombrables anneaux. Il y eut ainsi de graves blessures reçues, plusieurs hommes furent écrasés, roulés ou jetés contre les plats-bords, où ils eurent la poitrine défoncée. Le navire, déséquilibré, inclinait sur tribord d'une façon inquiétante et embarquait l'eau par les soutes avec une violence égale à celle d'une voie d'eau. Peu après les vagues se précipitaient jusque dans les machines et éteignaient les feux. Pour comble de malheur, une gigantesque trombe, phénomène pourtant bien rare dans ces parages, vint s'abattre sur l'infortuné navire et le mit à deux doigts de sa perte. Pendant soixante-douze heures, l'ouragan gronda avec une violence impitoyable.

Quand l'*Agamemnon* put reprendre possession de lui-même, il était absolument dévoyé. Lorsqu'enfin il arriva au rendez-vous, on le croyait perdu corps et biens, et l'on tenait un conseil d'officiers pour statuer sur l'opportunité du retour.

On se dépêcha de remettre en ordre le câble, devenu pour les matelots l'objet d'une terreur insurmontable, à ce point qu'ils essayèrent à plusieurs reprises de le jeter à la mer, et qu'il ne put être sauvegardé que grâce à l'énergie des officiers.

On procéda, comme dans la baie de Biscaye, à la jonction des deux parties, et les deux navires s'éloignèrent l'un de l'autre. A peine étaient-ils distants d'une lieue, que le canon d'alarme retentit à bord du *Niagara*. Un faux mouvement avait déterminé la rupture du câble.

Une nouvelle épissure fut exécutée et l'immersion fut reprise avec toutes sortes de précautions. Déjà l'on avait déroulé six cents kilomètres, quand on s'aperçut que le courant électrique n'était plus transmis. Évidemment un accident était arrivé, une rupture avait eu lieu au fond de l'eau.

Les deux navires se rejoignirent de nouveau et réparèrent cet accident en rattachant le câble pour la troisième fois. Mais ces malheurs répétés avaient ébranlé la confiance : les ingénieurs convinrent de diminuer de moitié la longueur de câble qu'on pouvait perdre sans renoncer à l'opération, et l'on résolut de regagner Liverpool si une troisième rupture se produisait. On redoubla de soins ; tout marchait à souhait, quand, le 29 juin à neuf heures du soir, les électriciens constatèrent la suspension de tout courant. Il fallait se rendre à l'évidence, et comme

le câble était rompu au delà du point fixé pour une quatrième tentative, il n'y eut plus d'autre alternative que de rentrer au port.

Cependant le découragement n'avait point prise sur tous ces vaillants pionniers de la science, luttant contre des obstacles inconnus pour tracer à la pensée humaine un chemin d'un bord à l'autre de l'Océan. D'ailleurs il restait, tant à bord des bâtiments que dans les magasins de la compagnie, une quantité de câble suffisante pour tenter de nouveau l'aventure. Il fallait réussir coûte que coûte.

L'Europe apprit le second départ de la flotte électricienne presque en même temps que son retour et que la cause fatale qui l'avait ramenée. Le 29 juillet 1858, le *Niagara* et l'*Agamemnon,* de nouveau réunis au milieu de l'Océan, se séparaient pour la quatrième fois. Aussi bien que dans les tentatives précédentes, les émotions ne devaient pas manquer. On n'avait pas descendu quelques centaines de brasses qu'une baleine monstrueuse menaçait, en se jouant, de briser le câble d'un coup de sa formidable queue. Un peu après, un défaut inaperçu tout d'abord obligeait à faire, durant la marche du navire, une soudure qui faillit ne pouvoir être exécutée à temps, et qui eût amené un nouvelle rupture ainsi que la perte du câble. A peine ce malheur était-il conjuré que l'on constatait une interruption persistante du courant électrique : les deux navires ne communiquaient plus entre eux. Déjà l'on considérait la catastrophe comme un fait accompli, lorsque, sans que rien le fît présager, la communication se rétablit tout à coup. Deux jours après, c'étaient deux navires qui, ignorant à quelle besogne se livrait la flottille, venaient coup sur coup se jeter presque sur l'*Agamemnon* et l'obligeaient à se déranger de sa route. Enfin, après une série d'émotions sans cesse renaissantes, l'*Agamemnon* parvenait en vue de Valentia.

Quant au *Niagara,* un bonheur providentiel le suivit durant tout le cours de son expédition. En six jours et demi, il avait défilé tout son câble et annonçait à l'*Agamemnon* le succès de l'opération.

Le 5 août 1858, la grande œuvre était accomplie; mais ce fut seulement treize jours après que l'inauguration, retardée par l'organisation des appareils convenables, put avoir lieu.

Le même jour, Cyrus Field transmettait l'annonce de l'événement au président des États-Unis, et celui-ci adressait une dépêche d'hommages à la reine Victoria, qui à ce moment était reçue solennellement à Cherbourg par l'empereur Napoléon III.

Des deux côtés de l'Océan, l'enthousiasme était à son comble. Toutes les autorités officielles s'adressaient des télégrammes réciproques de félicitation, lorsqu'on reconnut la lenteur de plus en plus grande avec laquelle le fluide franchissait le câble. On essaya l'emploi de courants de plus en plus forts pour lui arracher quelques réponses énigmatiques; ce fut en vain; bientôt la communication cessa tout à fait.

Ce fantôme de câble n'avait vécu que vingt-trois jours, pendant lesquels il avait transmis quatre cents télégrammes, dont le texte, en souvenir de cet événement scientifique, a été réuni en un recueil. La lecture de ce document offre un intérêt réel, et, parmi les faits les plus curieux qui s'y rattachent, on peut citer celui-ci, devenu historique.

La malle partie à la fin d'août portait au 62e régiment, en garnison à Halifax, un ordre du ministre de la guerre lui prescrivant de revenir immédiatement en Angleterre pour aller renforcer l'armée des Indes. Les nouvelles reçues peu après rendant ce déplacement inutile, un contre-ordre fut expédié en temps utile. On calcula que ce télégramme économisait à l'État plus de quatre-vingt-dix mille livres sterling, c'est-à-dire au delà de trois années de la subvention que la compagnie en devait recevoir. Cet avis, arraché par un suprême effort au grand moribond, fut un des derniers qu'il put balbutier.

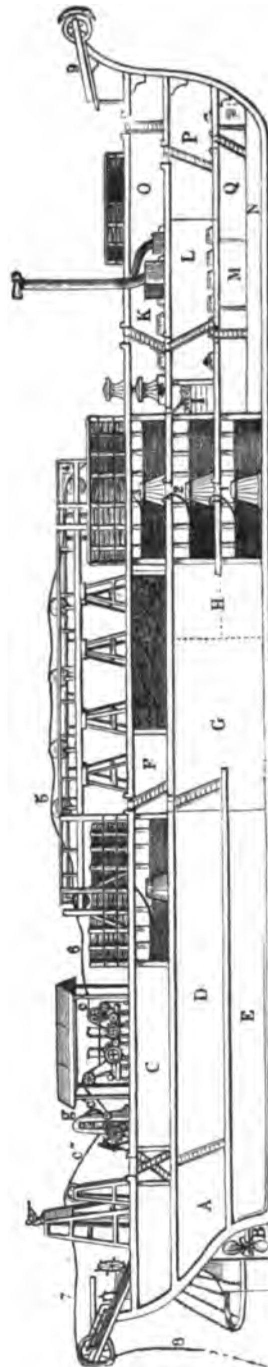
Ce fut en vain qu'on tenta à diverses reprises de repêcher le câble pour tâcher de reconnaître les points défectueux. L'état de détérioration où se trouvaient les fragments relevés ne laissait aucune espérance d'en pouvoir tirer un parti profitable; on se résigna à laisser dormir dans son tombeau liquide ce cadavre auquel, on peut dire, tant d'espérances avaient été suspendues.

Cette mort du câble causa une stupeur profonde: les pessimistes triomphaient; ils en profitèrent pour racheter au plus bas prix, des actionnaires découragés, leurs titres dépréciés. Les ingénieurs, surpris et confondus par une solution aussi inattendue, mirent en commun leur science et leurs observations pour étudier les causes de cette fin prématurée; une commission fut constituée et recueillit toutes les observations qui lui furent transmises. Elle put ainsi arrêter quelques principes essentiels qui assurèrent la télégraphie de l'avenir.

Cependant ces insuccès répétés n'avaient pas abattu tous les courages. Quelques-uns des actionnaires du câble, pleins d'une foi inébranlable, étaient résolus à renouveler leurs tentatives jusqu'à ce que le

succès se prononçât en leur faveur. Les travaux de la commission des électriciens semblaient faits d'ailleurs pour fortifier leurs espérances, tant les perfectionnements apportés par l'étude de la question étaient considérables.

On avait reconnu que l'armature métallique du câble donnait naissance à un courant contraire à celui qui parcourait le fil transmetteur. Par la nature même de sa construction, le câble constitue une sorte de bouteille de Leyde dont les éléments sont le fil intérieur et l'armature, séparés l'un de l'autre par la gutta-percha. Le fil intérieur reçoit de l'électricité positive, tandis que l'armature provoque et dégage un courant d'électricité négative. Whitehouse, un des commissaires, eut une idée ingénieuse qui aboutit à la suppression de ces courants d'induction si nuisibles. Il parvint à annuler ces courants contraires en envoyant dans le fil de l'électricité positive et de l'électricité négative par le mouvement alternatif d'un pendule se mettant en contact, à chaque oscillation, tantôt avec le pôle positif et tantôt avec le pôle négatif de la source d'électricité.



Coupe de l'*Agamemnon*, chargé d'une partie du câble de 1858.

ABCDEFGHIKLMNOPQ. Parties du bâtiment non aménagées pour le service du câble. — 1, 2, 3. Fosses intérieures contenant des parties du câble. — 4, 6. Parcs établis sur le pont pour contenir des parties du câble. — 5, 7, 8. Trajet du câble sortant des réservoirs. — 9. Poulie de conduite à l'avant du navire. — c, c', c''. Passage du câble à travers les freins et les dévidoirs. — 8. Frein commandant tous les organes d'arrêt.

Le même ingénieur réalisa aussi un second perfectionnement tout aussi important dans le mode d'envoi de l'électricité. A l'emploi des piles, il substitua celui des machines électro-magnétiques, dont l'avantage est de produire un courant se propageant plus rapidement que celle de l'électricité voltaïque. Sa vitesse de propagation est deux fois et demie celle des piles et s'accroît avec la force du courant.

Les travaux de la commission avaient encore établi la préférence

à donner aux courants excessivement faibles, afin d'éviter l'usure si rapide qui s'était produite par les courants d'induction dans le câble de 1858.

Mais pour n'employer que des courants faibles il fallait posséder des instruments d'une excessive sensibilité ; on adopta donc comme appareil récepteur une simple aiguille aimantée, dont les déviations, soit à droite, soit à gauche, représentaient les signes de l'alphabet de Morse. Pour accroître l'amplitude des déviations sans augmenter la force des mouvements, le savant Thomson inventa son fameux *galvanomètre.*

Cet appareil consiste en un petit miroir métallique fixé à l'extrémité indicatrice de l'aiguille. Pour le faire fonctionner, on place l'instrument dans une pièce obscure, on dirige la lumière d'une lampe sur le miroir, et le rayon lumineux qui jaillit vient se projeter sur un écran.

Telles étaient, au moment où l'on se décidait à un suprême effort, les données de la télégraphie atlantique.

L'avenir allait bientôt montrer qui avait raison des adversaires ou des partisans d'une nouvelle tentative.

III

TROISIÈME CABLE

Six années s'étaient écoulées depuis la perte du dernier câble lorsque à force de démarches, de conférences, d'appels au public, de dévouement à la science, la compagnie du câble transatlantique se trouva en mesure d'aborder de nouveau l'entreprise.

On commença les travaux dès les premiers jours de 1864. Cette fois, on profita de tous les perfectionnements dont la télégraphie maritime était maintenant pourvue.

Le mode de construction fut notablement modifié. Comme le précédent, le câble se composait d'une âme de sept fils tordus ensemble; mais ces fils, fabriqués avec le cuivre le plus pur et dont la qualité

était sans cesse éprouvée, constituaient un toron mesurant près de quatre millimètres d'épaisseur au lieu de deux. L'enveloppe isolante, accrue dans une proportion de soixante pour cent, se composait de couches alternées de gutta-percha et d'un mastic visqueux destiné à aveugler tous les interstices pouvant exister dans la gomme.

L'armature était constituée par un toron de dix fils ayant deux millimètres cinq; on la recouvrit d'une gaine de fils goudronnés qui remplissait la triple fonction de protéger le fer contre l'oxydation, de diminuer



Câble de 1865.

le poids spécifique et d'augmenter quelque peu la résistance. En effet, ce câble perfectionné, dont la résistance était double, ne pesait pas plus que celui de 1858 une fois qu'on l'avait immergé.

Au fur et à mesure de sa fabrication, qui avait lieu avec des soins et une science remarquables, le câble était *lové* dans de vastes cuves remplies d'eau où sa conductibilité était l'objet d'épreuves journalières.

Décidés à réussir, les directeurs de la compagnie voulurent parer à toute éventualité; on s'approvisionna de quatre mille sept cent soixante kilomètres de câble, c'est-à-dire qu'on accordait près de quarante pour cent aux pertes et aux erreurs de route qui pourraient se produire. On avait en outre fait construire cinquante kilomètres d'un câble spécial,

autrement plus fort et plus résistant, pour être immergé aux approches des côtes.

Le tout coûtait dix-sept millions et demi, et l'activité avait été telle qu'au bout de huit mois on se trouvait prêt pour l'opération de la pose. Le seul inconvénient de ce nouveau câble était son énorme poids, dont l'ensemble nécessitait six navires comme le ***Niagara*** pour effectuer son transport.

Heureusement qu'il se trouvait à la disposition de la compagnie un

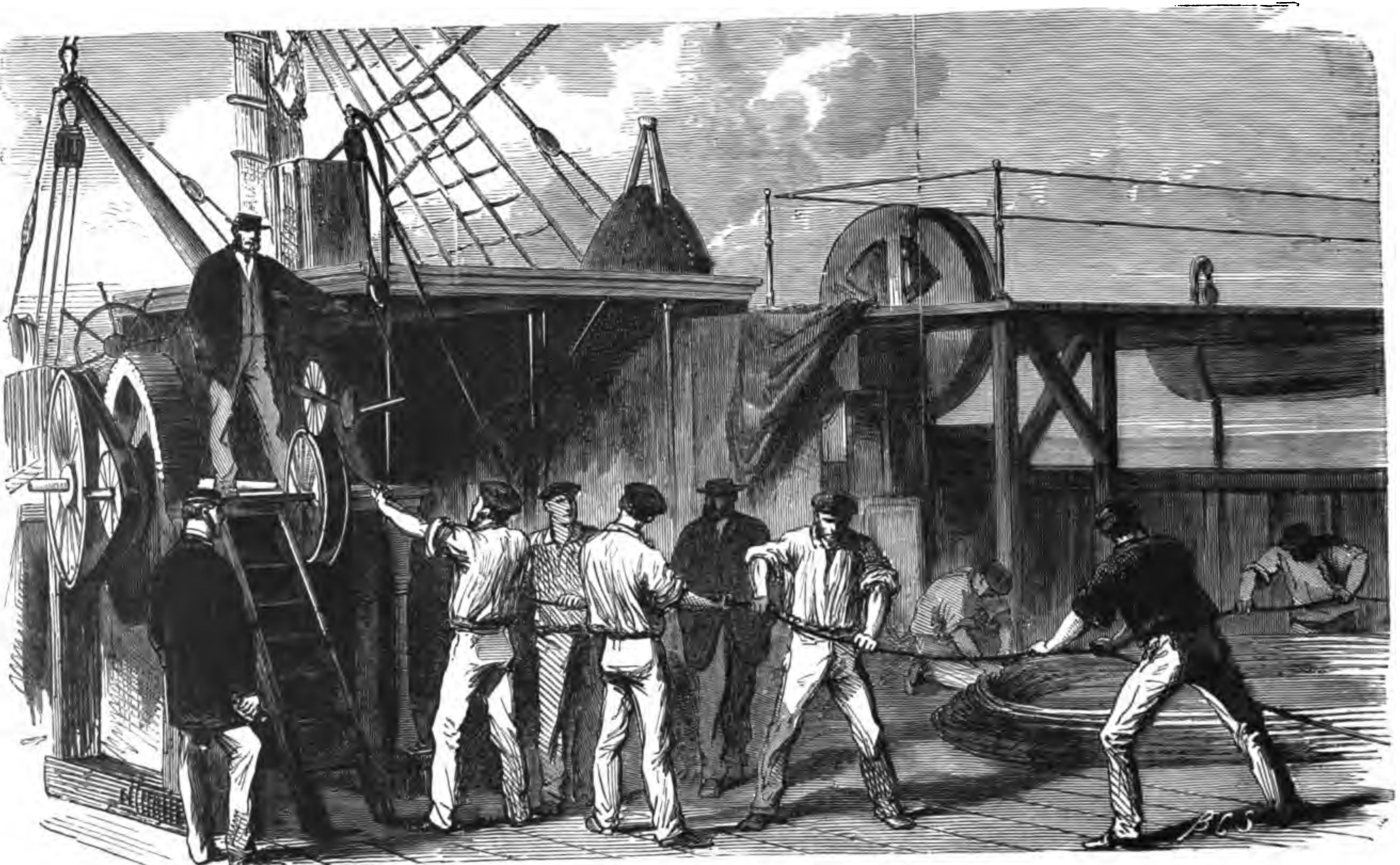


Emmagasinage du câble de 1865 dans les fosses au sortir de l'atelier de fabrication.

steamer exceptionnel. Ce navire, géant providentiel, le seul qui pût emporter une charge aussi formidable, était le *Great-Eastern,* qui n'était encore renommé que par sa taille colossale et ses infortunes.

Ce navire monstre, mis en chantier en 1853, par MM. Scott-Russel, de Milwall près de Londres, fut construit en quatre années et coûta vingt-cinq millions de francs. Il était l'œuvre de Brunel, fils du grand ingénieur, digne continuateur d'un nom dont la gloire rejaillit en partie sur la France, son pays d'origine.

L'habile ingénieur avait accumulé dans ce chef-d'œuvre de l'art naval tout ce que la science avait conçu de combinaisons heureuses pour donner à ce géant des mers la puissance, la force, l'étendue, la commodité, la sécurité.



Relevage du câble pour la recherche d'un défaut.

Nous bornant à quelques détails bien sommaires, nous rappellerons qu'il mesure deux cent neuf mètres de la poupe à la proue, avec une largeur de pont de vingt-cinq mètres. Sa capacité dépasse vingt mille tonneaux.

Il avait été construit pour transporter à la fois trois mille émigrants, son équipage, ses vivres et son combustible, d'Angleterre en Australie, dans un délai de cinq semaines et sans faire de relâche. Mais il avait devancé son temps et il eut à essuyer toutes sortes d'infortunes. Sa mise à l'eau fut des plus difficiles. L'opération s'arrêta à moitié route; il fallut employer des machines hydrauliques donnant une pression de soixante atmosphères, et cela durant une période de quatre-vingt-deux jours. Quand on put le faire flotter, la compagnie qui l'avait fait construire était en faillite et il n'avait pas encore reçu ses machines. On le vendit à peine le cinquième de sa valeur. Achevé par une autre entreprise, qui le destinait à faire la traversée de New-York en Angleterre, ses premiers essais furent signalés par de graves accidents occasionnés par les machines. Les préventions étaient si fortes contre lui, que quarante-six personnes seulement osèrent se confier à lui lors de son premier voyage. Quand il repartit pour l'Angleterre, il était encore vide; à son retour à Liverpool, il fut saisi par un huissier.

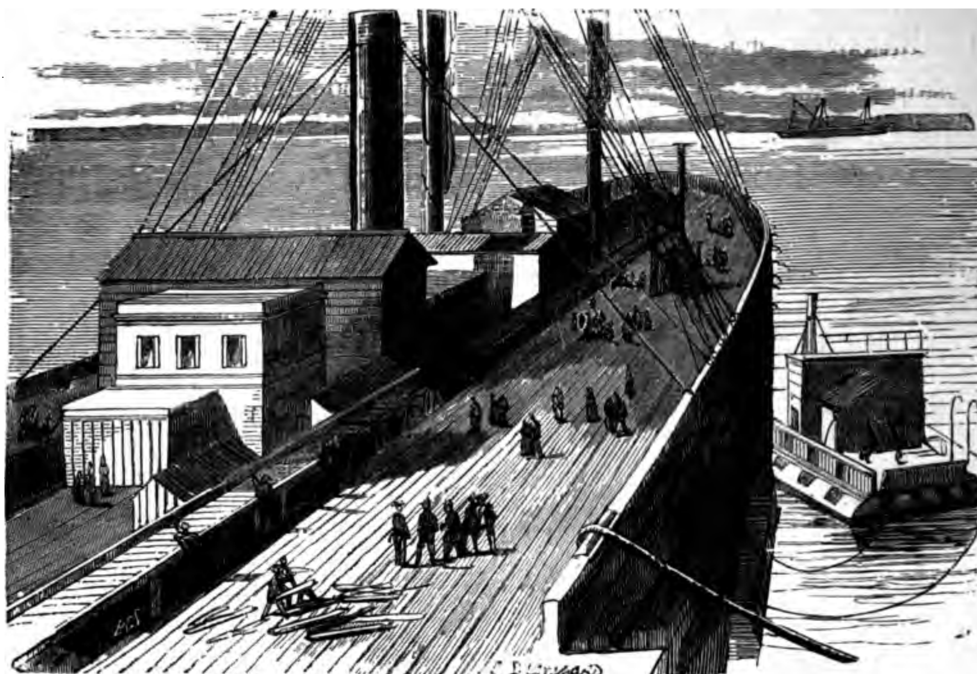
Cependant Brunel avait foi en l'utilité de son œuvre : sa clairvoyance lui avait indiqué son rôle véritable, car, bien des fois, quand on parlait des mésaventures éprouvées par les compagnies sous-marines, on l'entendit s'écrier : « C'est par le *Great-Eastern* seul que le premier câble transatlantique pourra être placé. »

Ce fut au moment où ce grand navire allait être livré au marteau des démolisseurs que la compagnie télégraphique songea à l'utiliser.

On installa sur le pont, avec toute la commodité désirable, les appareils nécessaires à l'immersion du câble. Tout fut prévu avec un soin si minutieux que la machinerie du dévidage n'exigeait qu'un poids de quatre-vingts kilogrammes pour être mise en mouvement, et qu'un simple tour d'une roue à gouvernail suffisait pour manœuvrer instantanément tous les freins. On s'était muni d'appareils pour lancer, pour repêcher et mettre rapidement à l'eau des bouées capables de supporter le bout du câble si l'on se trouvait dans la nécessité de l'abandonner momentanément. La cale avait été divisée en trois cuves immenses reposant sur un lit de ciment plus épais que pour les fondations d'une cathédrale.

Quand il fut muni de toute sa charge, le *Great-Eastern* quitta Liverpool, portant allègrement un poids de vingt-deux mille cinq cents tonneaux.

A cause de sa longueur, ce navire repose toujours sur plusieurs vagues, de sorte qu'il ne participe aux oscillations d'aucune. Il est donc comme un roc inébranlable, s'avançant avec une entière stabilité. Ce don de planer indifférent au mouvement tumultueux des vagues était, en dehors de ses autres qualités, un des gages les plus



Transbordement du câble dans les réservoirs du *Great-Eastern.*

certains contre les ruptures qui s'étaient jusqu'alors produites durant la pose.

Le 21 juillet 1865, il arrivait en vue des côtes d'Irlande; on soudait le grand câble au câble côtier noyé dans un petit tunnel, aux abords du rivage, et, le 23 du même mois, la mission du *Great-Eastern* commençait.

Le lendemain, dans la nuit, on avait filé plus de cent cinquante kilomètres lorsque le galvanomètre indiqua un grand affaiblissement du courant. Persuadés que le défaut signalé devait être voisin, on entreprit de relever le câble, mais on ne tarda pas à s'apercevoir que le moteur affecté à cette opération était insuffisant. Une fuite s'était produite dans la chaudière. Heureusement que le *Great-Eastern* est une



Pose du câble de 1865. — Recherche de la cause d'interruption du courant; on reconnaît une tentative de destruction du câble.

vaste usine flottante; on put installer rapidement une prise de vapeur sur la chaudière de l'hélice, et l'opération fut reprise moins malaisément qu'on ne pensait.

Après avoir rembobiné quatre-vingt-cinq kilomètres de câble, un matelot s'aperçut de la cause d'interruption du courant. C'était un morceau de fil de fer, affilé comme une pointe de flèche, qui se trouvait enfoncé dans l'armature et pénétrait jusqu'au fil à travers l'enveloppe isolante. Le fluide s'écoulait par cette blessure, manquant de force pour atteindre au delà.

On procéda sans retard à une soudure à l'argent pur, mais on ne put s'empêcher de croire, à bord du *Great-Eastern,* qu'une main criminelle avait cherché à faire échouer l'entreprise. Le lendemain, à peine avait-on repris le chemin de Terre-Neuve, qu'une nouvelle interruption se fit remarquer. Malgré les encouragements des électriciens, on crut tout perdu; néanmoins on s'apprêtait à recommencer les opérations de la veille lorsque, à la stupéfaction de tous, les signaux, d'abord imperceptibles, s'éclaircirent et devinrent aussi bons que jamais. Sur ce triomphe, on continuait depuis trois jours à dévider le câble quand une nouvelle alerte se produisit. Cette fois, plus de doute, l'aiguille restait absolument immobile. On dut revenir sur ses pas, et tirer le câble de l'eau.

A peine avait-on sorti trois kilomètres qu'on rencontra le point défectueux. Chose inexplicable! l'accident provenait de la même cause que celui éprouvé quatre jours auparavant; un morceau de fer, cette fois encore, était logé dans l'épaisseur du câble et l'avait traversé. Il existait décidément à bord, parmi les ouvriers employés à son immersion, quelque mystérieux ennemi du câble. Faute de pouvoir établir les soupçons qui planaient sur eux, on se borna à changer les ouvriers de l'équipe pendant le service de laquelle s'étaient produits les deux accidents.

Mais, le 2 août, une terrible nouvelle vint faire diversion aux sentiments de fureur qui animaient chacun contre le coupable inconnu. Le galvanomètre indiquait encore une fuite. On ne pouvait continuer la pose sans remédier à ce défaut. Malgré l'extrême désir d'en finir à tout prix, on dut relever une troisième fois ce fil si fragile; et pourtant, quelques heures plus tard, le *Great-Eastern* avait traversé le grand abîme. Comme pour augmenter la difficulté de cette délicate opération, le temps changea subitement, et la tempête assaillit le navire avec une

furie irrésistible; aussi les machines de relèvement fonctionnaient-elles péniblement, la tension du câble, augmentée par le mouvement de la la mer, était énorme. Tout à coup il se produisit un horrible craquement; le câble venait de se rompre à dix mètres en avant de la poulie, en donnant un violent coup de fouet. Le steamer géant, qui d'ordinaire restait indifférent à tous les mouvements de la mer, s'abaissa sous un coup de tangage comme jamais il n'en avait encore reçu.

C'était un désastre complet au moment où l'on se croyait sûr du triomphe. Rien ne pourrait dire la stupeur, l'abattement de l'équipage et des électriciens devant une pareille déception.

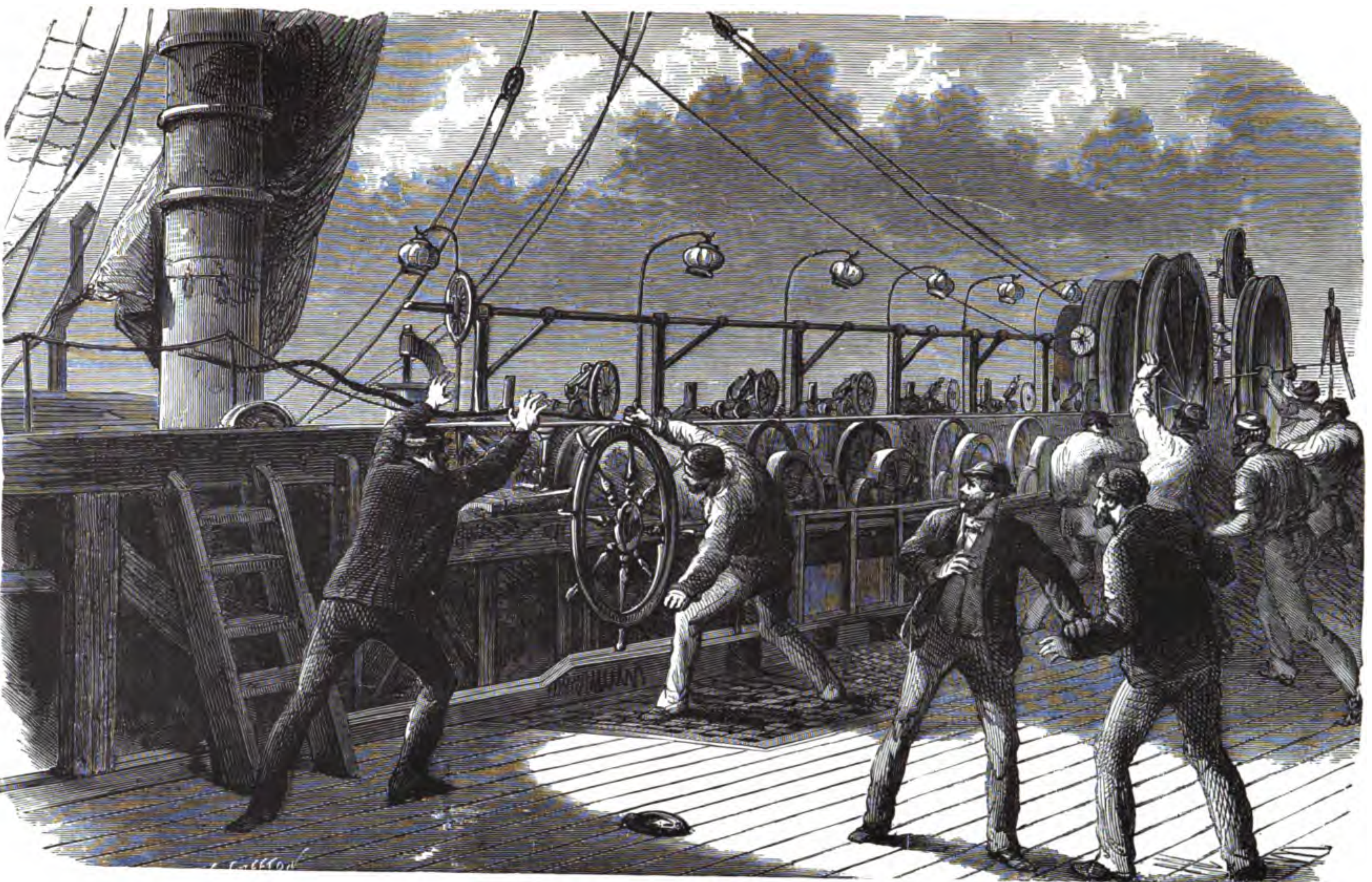
Cependant le capitaine Anderson, qui commandait le navire, parvint à remonter les courages autour de lui en faisant valoir les ressources énormes dont disposait le *Great-Eastern*. On décida de repêcher immédiatement le câble rompu, malgré la difficulté d'un drainage à plus de trois mille six cents mètres de profondeur, malgré la quasi certitude qu'aucune chaine ne pouvait supporter un tel poids.

On lança un premier grappin fixé au bout d'une chaine longue de quatre mille six cents mètres, le *Great-Eastern* se mit à labourer le fond de la mer trainant derrière lui ce formidable engin. Après quinze heures de petites bordées courues perpendiculairement à la direction du câble, une indication du dynamomètre fit reconnaître que le grappin tenait le précieux fil. Quand, avec des précautions infinies, on eut remonté la moitié de la chaîne avec son précieux fardeau, un anneau se détacha.

Au même instant un brouillard intense, précurseur des tempêtes occasionnées par la présence des glaces, enveloppa le navire. Pendant trois jours, il dut abandonner sa tâche. Quand le ciel, dégagé de ses brumes, permit de reprendre l'opération, on envoya un second grappin qui réussit assez promptement à accrocher le câble. On le hissait à bord en redoublant de précautions quand un chainon céda encore.

Alors une sorte de rage impuissante se saisit des sauveteurs. Une troisième fois, le câble saisi retomba au fond de l'Océan. Enfin une quatrième tentative ne fut pas plus heureuse ; chaque fois le câble, entrainé par son poids, retombait dans les profondeurs sans être parvenu jusqu'à la surface.

Il ne demeurait plus à bord du *Great-Eastern* ni chaine, ni ancre, ni aucun appareil de relevage; tout était devenu la proie de l'Océan pendant ces dernières épreuves. Il ne restait plus qu'un parti à



Rupture du câble.

prendre : revenir en Angleterre, revenir vaincus, mais non découragés, car si l'insuccès était complet, du moins cette rude campagne n'avait pas été sans apporter d'utiles enseignements, des consolations appréciables.

On avait constaté les merveilleuses qualités nautiques du navire et son incontestable supériorité dans le genre d'opération qu'on poursuivait; on avait reconnu la possibilité de pratiquer des dragages à des profondeurs jusqu'alors déclarées inaccessibles.

On lança une bouée au point où le câble avait échappé en dernier lieu et l'on mit le cap sur Liverpool avec l'espérance de revenir à la campagne suivante munis d'amarres assez solides pour ne point se briser sous l'énorme poids qu'avait le câble enfoui sous une couche de vase gluante.

Pendant que ces événements se passaient sur le *Great-Eastern,* on attendait à Valentia que le navire donnât signe de vie. Confiants dans le phénomène d'une reprise du courant, les électriciens ne pouvaient croire à une catastrophe : pour eux, l'interruption, si prolongée qu'elle fût, n'était que momentanée. Le public, mis jour par jour au courant des péripéties, attendait impatiemment des nouvelles. On ne pouvait montrer une discrétion aussi soudaine sans éveiller les plus justes soupçons.

Pourtant il fallait se rendre à l'évidence et avouer la ruine de toutes les espérances. Il se produisit alors une véritable panique parmi les porteurs des titres de la compagnie. On put faire face au premier moment de désarroi, en mettant le silence obstiné du câble sur le compte d'une tempête sévissant au large ; mais la vérité ne tarda pas à se faire jour.

Cependant les promoteurs de l'œuvre ne s'étaient point laissé abattre par ce revers; ils avaient fait face à la situation en prenant les résolutions les plus viriles. On ne pouvait ainsi abandonner un ensemble de résultats de plus en plus encourageants : on subissait un retard, mais non un échec; des difficultés bien grandes avaient été surmontées; celles-ci ne pouvaient être pires, et l'on en aurait facilement raison quand l'exacte cause en serait connue.

Ce langage réussit auprès du public, dont la sympathie, d'ailleurs, ne s'était jamais éloignée des poseurs de câble, malgré les défaillances éprouvées après chaque échec. En même temps, le *Great-Eastern* reparut avec un à-propos parfait. Quand on sut que le câble avait pu être

ressaisi, mais que la faiblesse seule des amarres, dont on ne prévoyait pas l'usage, avait fait manquer le but, il se produisit cet étrange phénomène que le public, si découragé la veille encore, se montrait le lendemain plus impatient que jamais de voir reprendre l'opération. On disait que la situation n'avait rien de grave, que ces accidents répétés étaient absolument providentiels, car ils indiquaient l'insuffisance d'un câble unique. Pour un peu, l'on accusait de pusillanimité les courageux ouvriers : on leur reprochait de n'avoir point compris tout de suite la nécessité d'avoir double câble pour répondre aux exigences d'un service trop chargé, ainsi qu'aux interruptions possibles. Le câble immergé n'était là qu'en attendant le complément des opérations urgentes; et il attendait, comme en un lieu de dépôt assuré, le moment voulu pour être conduit à sa destination.

Le résultat de ces diverses fluctuations de l'esprit public fut de conduire à la création d'un nouveau câble et à l'achèvement de celui dont les deux tiers dormaient dans les profondeurs de l'Atlantique.

IV

LE CABLE DE 1866

La souscription ouverte pour constituer le capital nécessaire dépassa toutes les espérances des directeurs de la *Compagnie du câble atlantique*. Avant même qu'elle ne fût close, le constructeur du nouveau câble se mettait à l'œuvre, tant la confiance en l'entreprise était devenue générale.

L'expérience du passé profita pour la fabrication de ce nouveau fil. Celui de 1865 passait pour réaliser le type de la perfection ; celui de 1866 reçut toutes les améliorations qu'une étude approfondie avait encore indiquées. Il différait peu du précédent ; néanmoins on le rendit plus léger, plus flexible, par conséquent moins fragile.

Le toron qu'il formait se composait d'un fil central enduit d'une couche de gutta-percha et de mastic Chatterton. Autour s'enroulaient six autres fils de cuivre formant, avec celui du centre, l'âme du câble. Huit couches alternées de mastic et de gutta-percha assuraient l'isolation parfaite.



Câble transatlantique. — Arrière du *Great-Eastern* pendant le coup de vent du 4 août.

Pour protéger le fil conducteur contre toute meurtrissure provenant du dehors, on l'avait recouvert d'un épais matelas de jute des Indes et par-dessus, comprimant fortement tout l'appareil, s'enroulaient dix solides fils de fer, légèrement galvanisés, qui étaient enfermés chacun dans cinq brins de chanvre de première qualité.

Plongé dans l'eau, le nouveau câble ne pesait que quatre cents kilogrammes par kilomètre; sa force de résistance à la traction représentait plus de huit mille kilogrammes.

Les câbles côtiers avaient reçu une double armature qu'on pouvait considérer comme formidable.

A son tour, le *Great-Eastern* se trouvait muni de façon à défier toutes les circonstances, à répondre à tous les cas les plus compliqués. Ses machines de dévidage et de relèvement étaient parvenues à un degré de docilité, de facilité de maniement qui assuraient le succès: elles pouvaient maintenant renverser rapidement le sens du mouvement de façon telle que le même appareil devait, suivant les cas, servir à plonger ou à repêcher le câble.

Le dragage, qui n'avait été en 1865 qu'une opération de circonstance, devait être exécuté cette fois sur une grande échelle. L'expédition fut munie de grappins de diverses sortes: les uns servaient à labourer le fond de la mer et à accrocher le câble; les autres, portant un ressort en face de chaque branche, devaient maintenir le câble une fois qu'on l'aurait saisi; une troisième sorte, façonnée comme un champignon à rebords tranchants, était destinée à couper le câble en plusieurs morceaux, s'il en était besoin, pour faciliter son relevage. Enfin les amarres, tressées en fil d'acier, étaient cette fois d'une force à se jouer des poids les plus lourds.

Malgré son énorme capacité, le *Great-Eastern* ne pouvait emporter le câble tout entier; on chargea les parties destinées aux abords des côtes sur deux bâtiments à vapeur, le *William Cory* et la *Medway*. En outre, le complément du câble qui reposait au fond de la mer fut pris à Greenwich par l'*Albany*. Les uns et les autres devaient concourir aux travaux de relèvement.

A Valentia, point d'atterrissement définitivement consacré par la pratique, tout avait été modifié. Au lieu d'une pauvre station en bois où les installations, faites au jour le jour, sans plan d'ensemble, étaient entassées dans un espace insuffisant, une construction solide et bien distribuée assurait aux électriciens les meilleures conditions de travail;

en outre, le service était organisé d'une façon rationnelle, intelligente, entre le navire et la terre. Cette fois, c'était le poste de terre qui, muni des appareils les plus délicats, devait diriger la marche du navire et lui signaler toutes les particularités de la pose.

Le 12 juillet 1866, le *Great-Eastern* quittait son ancrage pour se rendre à Valentia, où le câble côtier avait été apporté quelques jours auparavant par le *William Cory*.

Le 13, la soudure ayant été faite et reconnue sans défaut, le *Great-Eastern* faisait route pour l'Amérique. Afin de mettre d'accord la vitesse de chute du câble avec la marche du navire, l'on avait, par un artifice de mécanicien, réduit la vitesse des machines de manière à abaisser à moins de six nœuds la vitesse du *Great-Eastern*.

L'opération se poursuivait dans les meilleures conditions, grâce à la précaution prise de maintenir sous une surveillance incessante la conductibilité du câble, au lieu de se borner, comme l'année précédente, à la vérifier à intervalles réguliers.

La route suivie était à cinquante kilomètres plus au sud que celle de 1865. Pendant les journées des 14, 15, 16 et 17, tout allait à souhait; on était en communication constante avec Valentia, qui expédiait au *Great-Eastern* dépêche sur dépêche lui donnant, heure par heure, les nouvelles d'Europe et du monde entier. Tout à coup, dans l'après-midi du 18, la cloche d'alarme se fit entendre : c'était une fausse alerte. Tout marchait bien; un faux mouvement de l'électricien de service avait simplement mis en jeu le ressort du battant de la cloche.

Dans la nuit toutefois il y eut une chaude alarme. La surveillance du câble qui se déroulait dans les réservoirs avait été un instant suspendue : ce court moment avait suffi pour que cent cinquante mètres environ se trouvassent entraînés en désordre vers les dévidoirs. Ils avaient formé des nœuds inextricables, qui défièrent pendant plus de deux heures l'habileté de l'équipage. Juste à ce moment la mer se mit à grossir d'une façon inquiétante et compliqua la situation. Il fallut arrêter la marche du navire et se préparer à sacrifier un morceau du câble. Déjà l'on avait préparé une bouée pour en soutenir l'extrémité, quand l'inextricable fouillis fut enfin débrouillé. Grâce à Dieu, on ne s'aperçut de rien à Valentia. Le câble et le navire s'étaient tous deux vaillamment comportés.

Le 24, tout marchait à souhait. On avait franchi deux mille quatre cent quarante-cinq kilomètres, et, dans l'espérance de voir bientôt Terre-Neuve, on avait demandé à Londres de télégraphier à bord les

dernières nouvelles de Chine et de l'Inde afin de les transmettre aussitôt à New-York.

Le lendemain 25 juillet, une brume épaisse, indice certain du voisinage de Terre-Neuve, enveloppait le navire et obscurcissait l'atmosphère, au point d'empêcher de distinguer la flottille qui l'accompagnait. Pour éviter de se perdre ou de s'éloigner, on dut recourir sans arrêt aux signaux bruyants, tantôt le canon et tantôt les sifflets à vapeur. Alors on adopta un ordre de route en s'échelonnant de manière à ne point trop dévier de la ligne à suivre.



Embarquement du gros câble à bord du *William Cory*.

Encore quelques heures, et le *Great-Eastern*, guidé par ses éclaireurs, allait enfin aboutir à Terre-Neuve qui, dans la circonstance, devenait une véritable terre promise, lorsqu'un formidable obstacle vint subitement mettre en question tous les travaux accomplis jusqu'à ce jour. Une immense montagne de glace,

détachée de la banquise polaire, marchait droit sur le *Great-Eastern.* Le soleil se dévoilait juste à propos pour montrer toute l'immensité du danger. Malgré sa puissance, le *Great-Eastern* eût été broyé comme une coquille de noix par le colossal glaçon. Il n'y avait qu'à fuir après avoir coupé le câble; mais le peu de profondeur de l'eau, qui réjouissait tant les marins quelques instants auparavant, devenait un épouvantable danger. Le glaçon indiquait par ses dimensions que sa base devait raboter le fond de l'Océan; il ne pouvait manquer d'enlever le fil qu'on allait y perdre.

Heureusement la dangereuse épave se trouvait sur la limite de deux courants contraires; on la vit hésiter un instant, puis osciller sur sa base et prendre lentement une direction différente. Le câble était encore une fois sauvé.

Comme pour les féliciter d'avoir échappé à un pareil danger, le soleil se mit à inonder les navigateurs de tous ses rayons et, dissipant les derniers rideaux de brume, il leur permit au même moment d'apercevoir dans le lointain les côtes profondément découpées du but auquel ils tendaient.

Des hourras et des applaudissements frénétiques saluèrent cette bonne nouvelle, que le télégraphe transmit aux électriciens de Valentia; ceux-ci la répétèrent à toutes les capitales du monde; en même temps, ils adressaient toutes leurs félicitations à leurs collaborateurs du *Great-Eastern.*

Aussitôt le navire géant, débarrassé de son immense cargaison, entrait dans la « baie du Contentement », choisie comme point d'accès du câble.

Le rôle du *Great-Eastern* était fini. La *Medway* s'avança à son tour portant le câble côtier, dont la pose eut lieu immédiatement.

A partir de ce moment, et malgré les plus sinistres prédictions, la communication entre les deux mondes était un fait accompli et ne devait plus subir d'interruption.

A terre, tout était pavoisé pour fêter l'heureuse réussite de la grande entreprise. Les pavillons d'Angleterre et des États-Unis mariaient leurs couleurs au sommet de chaque monument et de chaque maison de la petite ville. Une foule enthousiaste envahit littéralement le *Great-Eastern,* dont les immenses proportions et le luxueux aménagement étaient faits pour stupéfier ces pauvres relégués de la civilisation, habitués à ne voir jusque-là que les modestes stationnaires des côtes et les pêcheurs de morues.

On répondit à leurs souhaits de bienvenue en offrant aux habitants de *Heart's-Content,* dans les salons du *Great-Eastern,* un bal dont le souvenir se transmet fidèlement à chaque génération.

Mais la première partie de la tâche était seule remplie. Il restait à accomplir la seconde, non moins délicate et difficile : la recherche du câble de 1865.

Dès le 1er août, le *Terrible* et l'*Albany* partaient de Heart's-Content. Le surlendemain, le *Great-Eastern,* accompagné de la *Medway,* les suivit à son tour, et, malgré un temps épouvantable qui dispersa la flottille, poursuivit sans broncher sa route directe.

Le 12 août, une heureuse nouvelle parvenait à bord : l'*Albany* avait réussi à draguer le câble ; le *Great-Eastern* n'avait plus qu'à le saisir et à s'y atteler. Tout faisait espérer que l'on allait pouvoir cette fois mettre à exécution le plan qu'on avait adopté en partant d'Angleterre. Le *Great-Eastern* recommença la manœuvre à laquelle il s'était exercé l'année précédente. Il se plaça au nord de la route où se trouvait le câble qu'il cherchait, puis, au moment convenable, il laissa tomber ses grappins. Peu après la traction, d'abord insignifiante, augmenta d'une façon soudaine; on avait donc rencontré dans son lit de vase le câble qu'on cherchait.

Cette fois les machines étaient robustes, les amarres solides, les grappins résistants. Depuis trois heures la machine de l'avant était en marche; la remorque se faisait avec une régularité parfaite et une lenteur calculée. A mesure que l'opération avançait, l'émotion gagnait les spectateurs; tous les yeux étaient braqués sur la mer, d'où l'on s'attendait à chaque minute à voir sortir la griffe intelligente qui avait saisi sa proie au fond des abîmes.

Il ne fallait plus qu'un instant; déjà le câble apparaissait, les bras se tendaient pour saisir la riche capture, en même temps de frénétiques hourras éclataient sur tous les navires pour fêter l'heureuse issue de la campagne lorsque, soit fausse manœuvre du mécanicien, soit tension subite sous une cause inconnue, les grappins lâchèrent tout à coup leur proie. Le câble s'était tendu : un grincement, et il avait disparu.

C'était à recommencer.

Cette fois, on apporta moins de précipitation. Il fut entendu qu'au lieu de procéder au moyen d'un halage continu, on arrêterait le relèvement aussitôt qu'on serait arrivé à deux kilomètres du fond et qu'on atta-

cherait de distance en distance des bouées qui soutiendraient le câble sur une grande longueur et diminueraient ainsi la traction.

Pendant de longues heures on dragua vainement. A la fin du deuxième jour de cette manœuvre répétée, on parvint cependant à prendre le câble dans les griffes d'un grappin. A peine la première bouée fut-elle fixée suivant le nouveau plan que la mer se mit à déferler avec rage. Vouloir tirer sur les amarres pendant une pareille tempête, c'était vouloir les perdre toutes au fond de la mer.

Il fallut croiser pendant quatre jours avant de songer à jeter de nouveau le grappin.

Durant toute une journée l'on chercha vainement à réussir ; de faux succès se répétèrent et ne réussirent qu'à user avec une effrayante rapidité la provision des câbles d'acier. Pour comble de malheur la *Medway* envoyait un canot prévenir que la bouée précédemment fixée avait échappé et que le câble lui-même semblait rompu.

Heureusement que le lendemain l'*Albany* annonçait à son tour qu'il avait réussi non seulement à attacher une nouvelle bouée, mais que l'opération du relevage marchait à souhait.

On se réjouissait hors de propos. On s'aperçut bientôt qu'un tronçon seulement, long de deux à trois kilomètres, se trouvait en la possession de l'*Albany*. Une inquiétude d'un autre genre saisit les ingénieurs : ils se demandèrent si leurs grappins n'avaient point découpé le câble en autant de morceaux qu'ils avaient constaté de morsures.

La question ne pouvait être résolue qu'avec le secours de nouveaux engins. Le *Terrible* fut détaché de la flottille et envoyé à Terre-Neuve avec mission d'en rapporter les amarres nécessaires à de nouvelles recherches. En attendant son retour, on se mit à fouiller l'Océan au moyen de ce qui restait, avec une sorte de rage froide, tempérée par une prudence que les derniers insuccès imposaient aux plus confiants eux-mêmes. L'*Albany* et la *Medway* ne quittaient plus le voisinage du *Great-Eastern;* les trois navires opéraient de conserve, suivant le plan si clairement élucidé, dès l'entrée en campagne, par M. Canning, ingénieur en chef du câble.

L'*Albany* devait commencer à soulever le câble, le *Great-Eastern* continuait à l'amener à la surface, la *Medway* était chargée de faire, au moyen de ses grappins à lames coupantes, les amputations nécessaires en opérant du côté de Terre-Neuve, afin de conserver intact, s'il était possible, le grand bout se défilant sur l'Irlande.

Alors commença une croisière comme jamais marin n'en avait accomplie. Passant et repassant constamment dans la même direction, obligés de faire coïncider leurs mouvements malgré leur différence de taille, malgré les mauvais temps, malgré les brouillards subits de ces parages, les navires occupés à ces recherches passèrent là de longues heures excessivement pénibles.

Un mois entier s'écoula de la sorte, au milieu d'angoisses sans cesse renaissantes, agités par d'incessantes alternatives de désappointement et d'espérance.

Le 2 septembre 1866, la bise cessa et, pour la première fois, l'Atlantique offrit l'aspect d'un grand calme. On put alors se rendre compte de la besogne accomplie en voyant le nombre de bouées qui marquaient la route suivie par l'expédition. Chacune de ces balises qui couvraient l'Océan représentait une tentative avortée, une espérance déçue.

Le cœur de l'homme se fait, quoi qu'on dise, à la mauvaise comme à la bonne fortune; vient un moment où la souffrance s'émousse sur l'âme continuellement atteinte. Retenus par le devoir et sans doute aussi par une secrète espérance de succès, les explorateurs fouillaient l'Océan par acquit de conscience, mais ayant perdu toute certitude de succès, quand, dans la nuit, la vigie placée au dynamomètre signala une tension insolite. Mise en mouvement, la machine de relevage subit une pression dont le progrès constant augmentait dans une proportion inquiétante. On se demandait s'il convenait de continuer ou de frapper une nouvelle bouée quand la *Medway* signala qu'elle croyait tenir le câble. On lui fit savoir qu'elle eût à continuer le relevage de concert avec le *Great-Eastern*.

Pour la première fois, les dynamomètres indiquaient des chiffres pleins d'espérance; ils étaient normaux et soutenus comme ils ne l'avaient jamais été.

Un bonheur ne venant jamais seul, pas plus qu'un malheur, on aperçut peu après, faisant force de rames, une embarcation montée par des marins qui agitaient leurs chapeaux en signe d'allégresse et poussaient de joyeux hourras. On sut alors que l'*Albany* avait également réussi à ressaisir le câble. Le *Great-Eastern* venait donc de donner le coup décisif au milieu de cette gigantesque guirlande. Il n'avait plus à soulever que la moitié du poids de deux chaînettes, l'une allant vers l'Europe, l'autre allant vers l'Amérique.

Lorsque le timonier piqua le quart de minuit, l'avant-proue du *Great-Eastern* offrait un coup d'œil vraiment remarquable. Toute une flottille de canots appartenant aux trois navires se pressait autour des cordes d'acier qui émergeaient de l'eau, portant à leur extrémité comme l'âme des explorateurs.

Il était une heure du matin, lorsqu'à la lueur des falots on vit apparaître les tenailles qui tiraient une corde noirâtre. En ce moment d'une nouvelle résurrection régnait un silence de mort. Seule la voix du capitaine Anderson retentissait et donnait des ordres aux fantômes qui s'agitaient au-dessous de lui, à la surface des flots. On tremblait tellement d'éprouver encore un échec qu'on ne songeait même plus aux enthousiasmes passés. La seule pensée était de déterminer par quels moyens l'on allait fixer, d'une manière inséparable, aux flancs du *Great-Eastern,* ce câble si péniblement conquis.

Bientôt toute une équipe de gabiers descendait le long du bord, suspendus à des nœuds de chaise; après avoir garni le cylindre gluant au moyen de forts paquets d'étoupe, ils fixèrent de chaque côté du pli un énorme câble de chanvre mesurant vingt centimètres de diamètre. La prise du grappin avait été si bien faite, qu'il fallut les plus grands efforts pour lui faire lâcher prise. Aussitôt on manœuvra pour engager le câble sur les machines de dévidage.

Mais, avant de continuer le travail de repêchage, les électriciens du bord avaient à rendre un jugement d'une suprême importance. Il s'agissait de déterminer l'état de conservation et de conductibilité de cette épave abandonnée depuis treize mois à tous les hasards. La mission était lourde, la responsabilité bien grande; aussi voulurent-ils être seuls avec eux-mêmes et n'admettre personne dans leur laboratoire pendant la durée de leurs expériences. Tandis qu'ils étudiaient leur verdict, une foule anxieuse assiégeait la porte du laboratoire où se rédigeait la sentence.

Les avis semblaient partagés, car on entendit longtemps les voix s'élever tour à tour, coupées par des intervalles de silence. Enfin la porte s'ouvrit, et tous les électriciens donnèrent l'assurance formelle que la conductibilité était parfaite et qu'on allait continuer la pose. Déjà Londres avait reçu la grande nouvelle avant même qu'elle fût connue à bord.

C'était trop beau, on ne pouvait y croire. Quand des affirmations répétées eurent levé enfin tous les doutes des plus méfiants, l'enthou-

siasme, l'allégresse éclatèrent avec d'autant plus de violence qu'ils avaient été plus contenus.

C'était le dernier incident de cette glorieuse campagne. Le *Great-Eastern* tenait sa proie, et chacun entendait bien ne plus rien livrer aux chances d'un hasard ou d'une maladresse; aussi la marche du navire fut-elle réglée avec une lenteur qu'on eût, peu de temps encore auparavant, taxée d'excessive.

Le 8 septembre, jour mémorable dans les annales de l'électricité, la ligne du câble de 1865 aboutissait à Terre-Neuve, et le monde entier en avait notification.

Quelques esprits récalcitrants, forcés de s'incliner devant le fait accompli, restaient seuls à douter de la vitalité de l'entreprise. Pour eux, les deux câbles devaient se taire au bout de quelques jours, de quelques semaines tout au plus. Et pourtant leur perfection était telle qu'ils avaient pu supporter une épreuve d'une extrême délicatesse; leur sensibilité était grande à ce point qu'on avait transmis des signaux au moyen d'un courant créé dans un simple dé à coudre rempli de quelques gouttes d'acide. On parvint même, un jour, à communiquer de Heart's-Content à Valentia au moyen d'une batterie composée d'une capsule, d'une parcelle de zinc et d'une goutte d'eau, à peine une larme!

En dépit de ses détracteurs, la ligne a vécu et elle vit toujours. Elle vit si bien que des concurrences, dont nous n'avons pas à faire ici l'historique, se sont établies à côté du premier câble. Aujourd'hui huit câbles unissent les deux mondes à travers l'Atlantique, et comme ils marchent en duplex, ils équivalent à seize câbles. Le simple mot, qui coûtait tout d'abord vingt-cinq francs, est réduit à une taxe de un franc vingt-cinq, et l'on peut même espérer que le tarif s'abaissera dans un prochain avenir au taux de cinquante centimes.

La télégraphie atlantique qui, au dire de ses adversaires, devait périr d'anémie, est devenue d'un usage si répandu que l'on a transmis en une seule année, à travers l'Océan, *dix millions* de mots, c'est-à-dire la matière de deux cents volumes ordinaires.

Comme conclusion, rappelons qu'à l'heure présente, notre globe est sillonné, au fond des mers, d'une multitude de lignes sous-marines qui mettent en communication les points en apparence les plus inaccessibles. Pour que le réseau soit complet, il n'y manque plus qu'un câble franchissant le Pacifique.

Il n'y a aucune raison valable pour douter que, dans un prochain avenir, la pensée humaine pourra suivre autour de la terre une ceinture complète qui l'entourera comme les lignes conventionnelles des latitudes.

DE L'ATLANTIQUE

AU PACIFIQUE



I

LE GRAND-CENTRAL PACIFIQUE

L'intérieur de l'Amérique du Nord, depuis le Missouri jusqu'à l'océan Pacifique, resta longtemps encore après la découverte une ***terre inconnue.*** Depuis la première expédition tentée en 1548 par les Mexicains partant des bouches du Mississipi, pour arriver, après ***huit années*** de marche, dans la Basse-Californie, on ne connaît guère que le voyage de Carver, publié en 1778, qui atteste des efforts ayant pour but la découverte d'une route reliant l'une à l'autre les extrémités de ces immenses contrées.

D'intrépides explorateurs, des aventuriers audacieux ne cessèrent depuis de familiariser l'esprit public avec la nécessité ou l'intérêt de communications reliant les deux océans à travers le vaste continent.

Pourvus de leurs premières voies ferrées en 1833, les Américains du Nord, gens progressistes s'il en est, songèrent dès 1836 à créer un chemin de fer desservant tout l'intérieur de leur immense empire. John Plumbe, habile ingénieur anglais très imbu des idées américaines, se fit à cette époque le promoteur d'une ligne qui, partant des grands lacs, devait aboutir au Pacifique en coupant les territoires de l'Orégon. L'esprit public, si bien disposé aux États-Unis pour les entreprises

colossales, n'était pas encore prêt pour un projet si grandiose, mais Plumbe parvint à provoquer l'établissement des voies ferrées qui unissent les États du Mississipi à ceux de l'Est.

L'idée de relations plus intimes entre les populations de l'Atlantique et celles du Pacifique commençait pourtant à se faire jour parmi les classes éclairées de la société américaine. De 1845 à 1850, les progrès en furent assez marqués pour que l'on fît au gouvernement la proposition de construire une voie allant du Mississipi à Puget-Sound, dans l'État de Washington (la Californie n'ayant aucune importance à cette époque). Le projet n'était pas assez mûr pour rallier à lui l'opinion générale : on s'effrayait encore de l'immensité de l'œuvre à accomplir.

Entre les limites extrêmes des États-Unis s'étendait un désert de trois mille sept cents kilomètres embrassant d'immenses régions stériles. Sillonné par une double chaîne de montagnes aux sommets éternellement neigeux, ses abîmes, ses torrents furieux, ses vallées inaccessibles formaient aux yeux du public, égaré plutôt qu'éclairé par les récits des voyageurs, un tableau fantastique rempli d'épouvante et d'horreur. On répétait de tous côtés qu'au lieu de vouloir construire un chemin de fer dans ces contrées inaccessibles, il valait mieux s'occuper d'affaires plus pressantes et d'un intérêt plus direct. Heureusement pour l'histoire du progrès, il se rencontre des hommes qui ne reculent pas devant l'impossible, et l'Amérique, — on peut le dire à sa gloire, — est peut-être la terre la plus féconde en héros de ce genre.

En 1850, le vieux Thomas Benton présenta au Congrès de Washington le premier bill relatif à l'établissement d'une voie ferrée se dirigeant vers le Pacifique. Grâce à la notoriété de son auteur, grâce aussi au développement formidable que prenait subitement la Californie, dont les richesses minières s'annonçaient inépuisables, le bill de Thomas Benton amena le vote d'une somme destinée à l'étude de la meilleure route à travers le continent du nord. Dans la même année, en 1853, six expéditions s'organisaient sous la direction d'habiles ingénieurs. L'année suivante, trois autres complétèrent les études entreprises.

Dix tracés différents furent ainsi étudiés; leurs explorateurs conclurent tous à la possibilité de construire un chemin de fer du Mississipi au Pacifique. C'était un grand pas de fait; mais l'antagonisme qui

divisait déjà les États du Nord et ceux du Sud se fit sentir d'une façon fâcheuse, chaque parti prétendant faire adopter le tracé se rapprochant le plus de son territoire. L'entreprise ébauchée resta ainsi en suspens durant six ans.

Toutefois, à mesure que les années s'écoulaient, les raisons de mettre en communication les deux océans devenaient plus pressantes. L'importance des États de l'Ouest, surtout de la Californie, croissait tous les jours ; des populations entières d'émigrants et de mineurs se précipitaient vers ces terres, dans ces gorges de montagnes, qui semblaient dispenser la richesse à tout homme hardi et intelligent. La plus grosse difficulté semblait être d'atteindre et de franchir la chaîne de la Sierra-Nevada. En leur qualité de voisins et d'hommes habitués aux succès les plus invraisemblables, les Californiens de Sacramento partirent de l'avant et firent le capital nécessaire à des études techniques sur le terrain. Ceux de San-Francisco devaient plus tard se rallier à eux. Le premier octobre 1861, l'ingénieur Judah lisait son rapport au comité d'organisation ; dès le 11 du même mois, il partait pour Washington muni de pleins pouvoirs.

Le moment était pourtant peu favorable à une semblable mission. Les divisions, arrivées au plus haut point, venaient de partager l'Amérique en deux camps : le Nord et le Sud. Il n'y avait plus d'intérêt et de passion que pour les questions politiques. Toutefois le chemin de fer du Pacifique eut cette bonne fortune de fixer, à ce dernier point de vue, l'attention publique. Les mines en quelque sorte inépuisables de l'Ouest étaient seules en état de pourvoir aux frais de la guerre civile. La Californie était, à proprement parler, le coffre-fort de la république. Il importait de mettre ses trésors en sûreté : le seul moyen était d'ouvrir au plus tôt des communications rapides et sûres entre les États du Pacifique et ceux du Nord. Il faut ajouter aussi qu'à cette époque l'on s'était accoutumé en Amérique à ne compter que par millions et par milliards. Jamais on n'avait dépensé autant d'argent pour les entreprises les plus gigantesques que les Américains n'en dépensèrent en quelques années pour s'entretuer. Des sommes énormes, dont l'énoncé en temps de paix aurait fait hésiter les financiers les moins timides, et qui auraient certainement soulevé des discussions interminables, dans le Congrès passaient, pour ainsi dire, inaperçues.

Le chemin de fer du Pacifique fut considéré comme une nécessité

militaire. C'en fut assez pour justifier tout ce qu'on pouvait tenter ou dépenser en sa faveur.

Le bill relatif à la construction et à la subvention fut approuvé le 1er juillet 1862 et complété par divers autres amendements jusqu'en 1866, en accordant des subventions avec une libéralité qui en d'autres temps eût été traitée de folie.

L'acte du Congrès autorisait l'établissement d'une ligne principale allant d'Omaha, dans l'État de Nebraska, jusqu'à San-Francisco et de trois sections. La grande ligne prenait le nom de ***Chemin de fer national du Pacifique;*** elle se divisait en deux parties: le ***Chemin de fer central*** et le ***Chemin de fer de l'Union.***

La Compagnie autorisée à construire la première partie devait prendre Sacramento pour point de départ et se porter directement, à travers la Californie, la Nevada et l'Utah, à la rencontre du tracé de l'***Union.*** Ce dernier, partant d'Omaha, se dirigeait vers l'ouest en suivant autant que possible la ligne droite entre Omaha et le Lac-Salé. Les subventions du gouvernement étaient allouées aux deux Compagnies en proportion directe de la longueur de ligne établie par chacune d'elles. Avec leur esprit éminemment pratique, les Américains avaient jugé que le moyen d'imprimer aux travaux la plus grande célérité possible était d'intéresser les constructeurs à la rapidité du travail. L'expérience a prouvé qu'ils avaient eu raison.

Aux concessions et privilèges accordés, l'État joignait gratuitement douze mille huit cents acres de terrains adjacents à la ligne pour chaque mille construit, c'est-à-dire près de cinq cent vingt-huit mille hectares s'étendant sur une longueur de trois mille kilomètres. Il donnait en outre une subvention de 275 millions de francs, dont la délivrance devait être faite suivant les difficultés d'exécution rencontrées sur chaque section livrée à la circulation. Enfin les Compagnies pouvaient émettre des obligations privilégiées pour une somme égale à celle de la subvention.

On voit que les Compagnies avaient une entrée de jeu superbe et que, malgré l'*aléa* considérable résultant des difficultés exceptionnelles de certains points du parcours, malgré l'opposition persistante de quelques personnages influents peu confiants dans l'achèvement d'une si colossale entreprise, l'affaire n'en restait pas moins superbe.

Il n'est pas besoin de longs commentaires pour apprécier toute l'influence que cette grande communication par voie ferrée devait avoir

sur les progrès de l'industrie américaine ; mais les États de l'Union qui l'ont établie ne devaient pas être seuls à en recueillir les avantages.



Études sur le terrain dans les défilés de Humboldt.

L'Europe ne pouvait communiquer avec les Indes, la Chine, le Japon et toutes les iles du Pacifique que par la longue route du cap Horn

ou de Bonne-Espérance. La voie de Suez n'était pas encore un fait accompli, son succès faisait même doute, l'entreprise se débattait à ce moment au milieu des plus graves difficultés. Le chemin du Pacifique devait changer cet état de choses et rapprocher des nations séparées par l'immensité des océans en donnant à leurs relations des facilités inattendues.

Mais ce qui donnait à cette gigantesque entreprise un intérêt tout particulier, c'est la nouveauté et l'étrangeté des conditions au milieu desquelles elle s'accomplit.

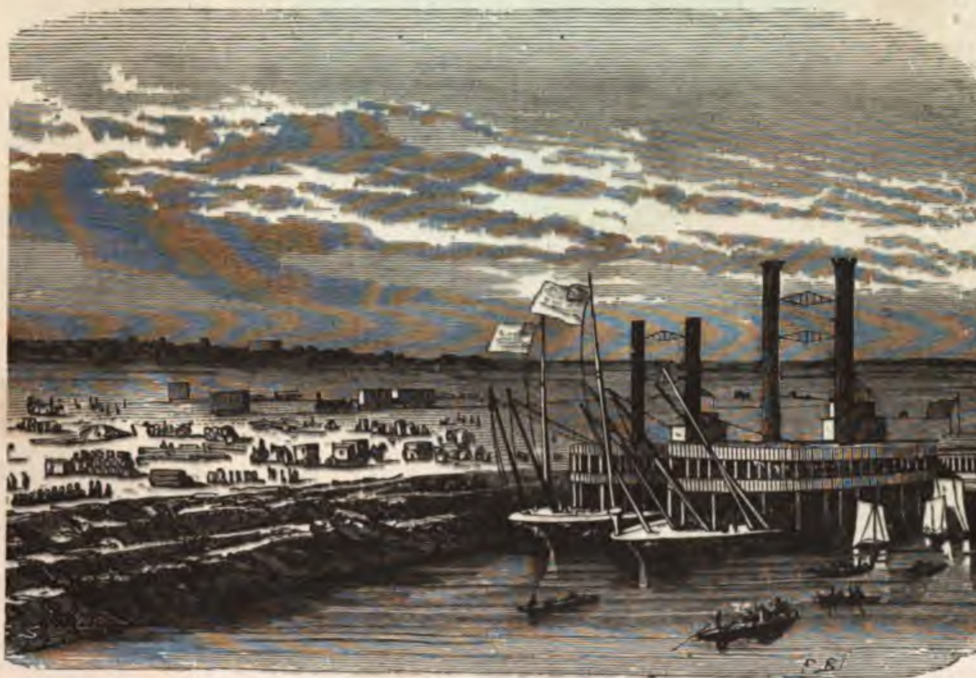
Afin de se rendre compte des obstacles que, malgré l'aide énergique du gouvernement, les Compagnies eurent à vaincre, il faudrait pouvoir parcourir les rapports des ingénieurs chargés des études sur le terrain. Ils démontreraient d'une manière triomphante l'immense différence des modes de construction d'une voie ferrée dans les contrées civilisées avec ceux auxquels il fallut recourir dans un désert de près de trois mille kilomètres d'étendue.

Le matériel du Chemin de fer central dut être commandé dans les États de l'est, car aucune usine n'existait alors dans les États de l'ouest; puis il fallut l'amener en Californie par mer, en doublant le cap Horn. La Compagnie de l'Union, plus favorisée pour les facilités de construction, n'en eut pas moins d'immenses frais à payer pour amener son matériel jusqu'à Omaha, simple village perdu au bord du Missouri et dépourvu de toute ressource.

Des convois de vivres et d'approvisionnements de toute espèce durent constamment suivre les ouvriers; c'étaient comme autant de villes ambulantes. On voyait dans ces camps improvisés des églises, des restaurants, des hôtels, des *public-houses,* des bureaux de journaux, des ateliers d'imprimerie, des tripots; tout cela s'arrêtait quelques jours, quelques semaines au plus, dans le même endroit, puis poussait plus loin au fur et à mesure des progrès de la ligne.

On traversa de vastes espaces sans une goutte d'eau. Il fallait creuser sur place des puits artésiens ou exécuter la dérivation de torrents distants souvent de plusieurs milles. Puis on avait à se défendre des incursions continuelles des Indiens rendus furieux par l'envahissement du désert. Chose plus difficile encore, peut-être, il fallait maintenir l'ordre dans cette population nomade où, à côté de braves et laborieux ouvriers, venait s'abattre une nuée d'aventuriers de toute sorte, ennemis de tout frein, ramassis de gens tarés et sans aveu. La Compagnie de

l'Union n'employa jamais moins de vingt à vingt-cinq mille hommes à elle seule. Tout individu portait, pour sa défense personnelle, un et quelquefois deux revolvers, de taille à être confondus avec une carabine, sans compter le *bowie-knife* obligé. La loi de Lynch, la seule justice applicable en un pareil milieu, régnait sans appel. On ne saura jamais ce qu'il y eut de crimes et d'actes de violence commis par ce monde étrange. Il fallait une main de fer pour y maintenir une apparence d'ordre et de discipline. Tandis que les Mormons et les Chinois, employés là en



Le débarcadère des bateaux à vapeur à Omaha au moment de la construction du chemin de fer du Pacifique.

grand nombre, se montraient d'une conduite exemplaire, leurs camarades yankees ou émigrants de toutes les nationalités se faisaient remarquer par l'ivrognerie la plus honteuse, par la brutalité la plus révoltante. On vit plus d'une fois l'administration obligée de recourir à la force pour supprimer le débit des liqueurs spiritueuses ; elle fit défoncer toutes les tonnes des débitants, gens aussi peu recommandables que leurs clients, et renvoya les marchands se pourvoir devant les juges de San-Francisco ou de Sacramento. Le procédé était d'une illégalité flagrante, mais la mesure était sage : la Compagnie aimait mieux payer des dommages aux marchands lésés que de supporter plus longtemps les ravages que l'ivrognerie faisait parmi ses ouvriers. Ajou-

tons que l'opinion publique ne fut nullement choquée de cette façon de défendre l'ordre et ses intérêts : en Amérique, la violence, si elle est jugée nécessaire, n'a rien qui blesse, et on la pratique ouvertement.

Malgré la libéralité avec laquelle avaient été accordés les privilèges, les subventions et les avantages de toute sorte, la guerre civile plongea les deux Compagnies concessionnaires dans de graves embarras financiers, dus surtout à la rareté du numéraire. Cependant on parvint à les surmonter, lentement tout d'abord; puis, à mesure que



Campement des ingénieurs pendant la durée des travaux.

cette nature d'obstacles disparut, une ardeur nouvelle s'empara des travailleurs comme s'ils étaient jaloux de rattraper les retards imposés par les événements. Lorsque les deux sections se rapprochèrent enfin, une véritable course au clocher s'établit entre l'*Union* et le *Central*. Il s'agissait non seulement de participer aux subventions votées par le congrès dans la proportion directe de la longueur de ligne construite; il importait surtout d'obtenir le contrôle de la section voisine du Lac-Salé, où le trafic promettait d'être considérable. Puis l'amour-propre s'en mêla; ce fut, entre les compagnies rivales, à qui avancerait le plus vite. Les extrémités de chaque section présentaient un spectacle des plus curieux, aussi animé sur toutes les parties en cours d'exécution que si elles eussent été en pleine exploitation. On ne songeait plus à la dépense, l'essentiel était d'aller



Une station dans la prairie. — Le centième méridien.

vite. A ce moment, le nombre des ouvriers employés atteignit son maximum : le gaspillage le plus complet passait inaperçu pourvu qu'on avançât. On posa deux milles[1] de rails par jour, puis trois, puis quatre, puis cinq dans le même espace de temps. La veille de la jonction, l'on alla jusqu'à onze milles de rails, en onze heures de travail !

Enfin, le 10 mai 1869, — sept ans en avance sur le délai fixé par l'État, — les deux compagnies étaient arrivées au terme de leurs engagements. Exemple salutaire pour nos entreprises européennes, qui brillent ordinairement par leur lenteur et leur inexactitude. Sur les dix-sept cent soixante-dix-huit milles formant la distance entre Omaha et Sacramento, on en avait construit :

20 en 1863
20 en 1864
60 en 1865
295 en 1866
291 en 1867
1 092 dans les seize derniers mois, de janvier 1868 au commencement de mai 1869.

Total : 1 778 milles.

La section construite par la Compagnie du *chemin de fer de l'Union* compte mille trente milles, à partir d'Omaha : de Sacramento à Ogden, point de rencontre des deux compagnies, la Compagnie du *chemin de fer Central* en a établi sept cent quarante-huit milles.

Il ne faudrait pas conclure de cette différence entre la somme des travaux que, pour avoir eu moins de chemin à faire, les Californiens aient été battus par les *unionistes*. C'est le contraire qui est vrai, si l'on tient compte des obstacles particulièrement redoutables que la Compagnie du *Central* avait à surmonter pour sa part. Le passage de la Sierra-Nevada, qui incombait aux Californiens, présentait des difficultés autrement graves que le passage des Montagnes-Rocheuses attribué à la Compagnie de l'Union.

Nous pourrons nous en rendre compte en parcourant rapidement cette longue ligne du Pacifique. La distance séparant Omaha de Sacra-

[1] Le mille anglais équivaut à 1609 mètres 31 centimètres.

mento est à peu près la même que celle de Lisbonne à Saint-Pétersbourg. L'immense voie ferrée qui la franchit court à travers des prairies sans fin, des forêts vierges et des déserts; elle escalade des montagnes et serpente jusqu'aux sommets glacés couverts de neiges éternelles.

Tout cet immense espace est presque inhabité. A peine quelques villes ou villages apparaissent-ils, comme des points imperceptibles, sur cette vaste étendue : plus ou moins peuplés, ces centres, nés tous d'hier, sont encore pour la plupart inconnus des géographes. Ils sont,



La station de Julesbourg.

comme toutes les agglomérations du grand-ouest, un produit du hasard ou d'une circonstance fortuite, et furent élevés à l'improviste, souvent en vingt-quatre heures. Étapes marquant les progrès de la voie ferrée, les unes sont restées, les autres ont disparu. Dans ces sortes de campements occasionnés par la découverte d'une mine ou le passage du chemin de fer, les maisons s'édifiaient comme par miracle. On les amenait toutes faites, ou peu s'en fallait, de villes où, comme à Chicago, on en fabrique par milliers. Un restaurant, une buvette, un hôtel, un magasin d'habits, une maison de jeu : voilà ce qui apparaissait tout d'abord. Manger, boire, dormir, se vêtir, se distraire sont les premiers besoins de l'homme en ces lointains parages; les besoins de l'âme et ceux de l'esprit ne viennent qu'après.

Çà et là, sous des hangars de toile, étaient des magasins étranges où

l'on vendait des carabines et des revolvers, des cartouches et des capsules, de longs couteaux américains à côté de bouteilles de whisky et de larges bottes de pionnier.

Ces demeures primitives, toutes serrées autour des stations de la voie ferrée, ont vu peu à peu se grouper à courte distance de vraies maisons, des fermes, des établissements agricoles et industriels. Quelques-uns de ces points, comme Denver, Cañon-City, Julesbourg, Cheyenne, Benton, Laramie, etc., sont devenus ou sont en train de



Dépôt de traverses.

devenir des villes dont l'accroissement rapide est un des spectacles merveilleux de l'Amérique.

Une suite de voies ferrées existait déjà de New-York à Omaha, longeant le lac Ontario, le lac Érié, le sud du Michigan et passant par Chicago; mais le grand Pacifique proprement dit peut se diviser en six sections: 1o d'Omaha à Cheyenne, au pied des Montagnes-Rocheuses, en traversant les interminables prairies du Nebraska; 2o de Cheyenne à Creston, en franchissant la grande chaîne des Montagnes-Rocheuses; 3o de Creston à Aspen, tout le long du bassin de la rivière Verte; 4o des montagnes de Wasatch à celles de Humboldt, à travers le territoire du Lac-Salé; 5o des montagnes de Humboldt au pied des rampes de la

Sierra-Nevada; 6° enfin, de Reno à Sacramento, en s'élevant sur les flancs de la Sierra-Nevada.

Nous ne mentionnons pas la distance de Sacramento à San-Francisco. Elle est franchie maintenant par une ligne de raccordement; mais à l'époque de la création du Grand-Pacifique, ces deux cités rivales communiquaient seulement au moyen de navires franchissant la rade de San-Francisco et remontant la rivière du Sacramento.

Omaha, tête de ligne du grand chemin de fer, doit sa rapide extension au décret du président Lincoln qui lui donna cette position enviée; elle est née et elle a grandi avec le railway du Pacifique. Peuplée de trois mille habitants à peine lors de la proclamation du décret de 1861, elle en compte actuellement plus de vingt mille; elle est, avec Council-Bluffs située sur l'autre rive du Missouri et à laquelle un pont splendide la relie, un de ces exemples de croissance rapide et de prospérité extraordinaire qui font l'orgueil des Américains et l'étonnement des étrangers. Elle marque, on peut dire, la dernière étape de la civilisation vers le grand-ouest.

A quelques milles de là, le chemin de fer suit pendant de longues heures les bords de la rivière Plate, étrange cours d'eau qui roule sur un sol tellement uni et horizontal qu'il ressemble plutôt à une nappe continue qu'à une rivière. La navigation y est impraticable. A l'endroit où la rivière Plate forme deux branches, la ligne franchit le bras septentrional par un pont d'un kilomètre de longueur et se dirige sur Julesbourg, une de ces villes improvisées dont la progression fut particulièrement rapide.

Dans toute cette première fraction du parcours ainsi que sur tous les nombreux points qui ne nécessitèrent point de terrassements, les travaux furent exécutés d'une façon toute spéciale, grâce à l'admirable nivellement du sol. On peut s'exprimer ainsi sans exagération, car cette partie comprend uniquement d'immenses étendues de prairies couvertes d'une herbe fine et de graminées avidement recherchées par les bisons dont les bandes innombrables fréquentaient ces régions avant que la locomotive ne les en eût chassées. La contrée est sans un repli de terrain, sans une saillie, sans une extumescence sensible; c'est une vaste alluvion consolidée, c'est une nappe de verdure d'une lassante monotonie.

Les ouvriers employés à la pose de la voie étaient embrigadés comme dans un véritable régiment, et chaque brigade avait un rôle immuable

et nettement défini. En tête de l'avant-garde marchaient les bûcherons, qui, au nombre de quinze cents, débarrassaient le passage des arbres qui se rencontraient; chaque nuit, ces éclaireurs devaient se retrancher contre les Indiens et les bêtes fauves, seuls habitants de ces régions sauvages. Derrière ces sapeurs, venaient les ingénieurs qui plaçaient les piquets pour jalonner la route à suivre. Après eux, marchaient les terrassiers, qui nivelaient les insignifiantes irrégularités, de terrain, puis les poseurs de traverses. Ces derniers étaient partagés en trois brigades : la première, composée d'ouvriers d'élite, était chargée de placer les traverses dans les courbes et les inflexions de la route, les deux autres posaient les traverses intermédiaires et faisaient le remplissage.

Tous ces travailleurs étaient suivis à courte distance par le *train de pose,* qui comportait tous les appareils et le matériel nécessaire à la pose de la voie. En tête de ce train, qui était poussé, — non remorqué, — par une locomotive, se voyait un wagon particulier, vaste plate-forme roulante chargée d'environ quarante rails, d'éclisses, de boulons et de coussinets. A chaque extrémité de ce wagon un tambour en bois facilitait le chargement et le déchargement des rails. Dix hommes, cinq de chaque côté, accompagnaient ce wagon, qui se tenait toujours au front de bataille. Au moment convenable, un des cinq hommes, monté sur la plate-forme, posait le rail sur le tambour, trois autres le faisaient sortir tandis que le cinquième plaçait les coussinets. Au commandement *down* (en bas!), qui se répétait en moyenne deux fois par minute, on laissait tomber le rail sur ses coussinets, le wagon était poussé en avant de la longueur des rails nouveaux, et la même opération se répétait sans arrêt. Une dernière brigade se présentait alors et fixait les rails et les coussinets à leur place définitive.

Chaque jour arrivaient des trains immenses chargés de traverses, de rails et de matériaux de toutes sortes, réserves indispensables à l'armée des travailleurs. Bientôt venaient des trains de manœuvre et de construction suivis d'immenses chariots servant de dortoirs roulants et de réfectoires pour les ouvriers; d'autres contenaient des cuisines, des magasins des objets les plus indispensables. On prenait littéralement d'assaut le désert.

La voie était posée directement sur le sol naturel, sans aucun ballast; et comme il n'existait ni routes ni chemins, on n'eut à établir aucun

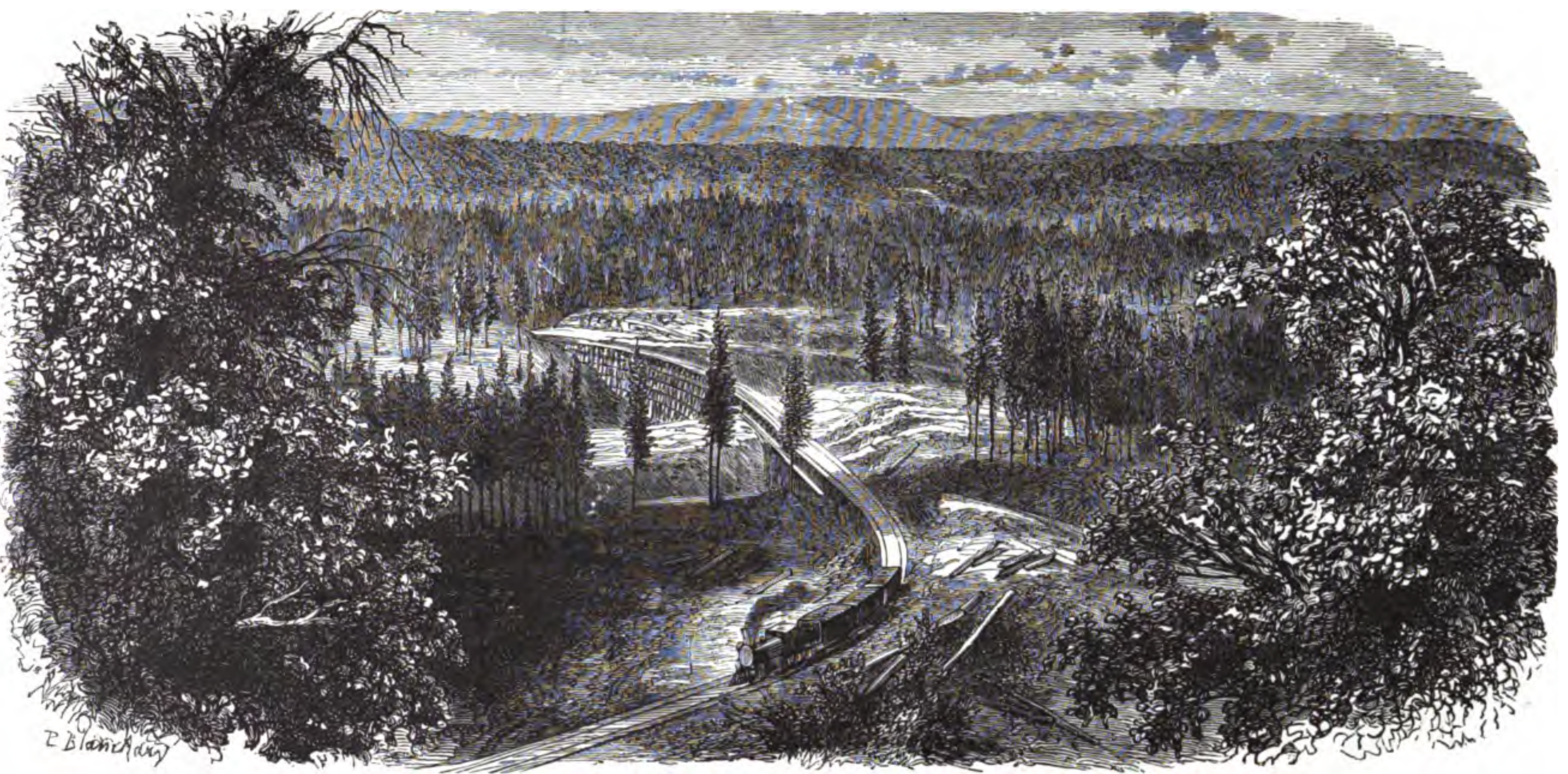
passage à niveau, aucun pont sur ou sous rails. Les nombreux cours d'eau qu'on ne pouvait éviter étaient franchis au moyen de ponts de bois constitués par des poutres grossièrement équarries, assemblées dans le système de treillis et boulonnées ensemble.

Jusqu'au pied des Montagnes-Noires, chaîne principale des Montagnes-Rocheuses, il n'y eut guère d'ouvrages sortant de la compétence des poseurs de rails.



Le chemin de fer du Pacifique. — La pose des rails.

A partir de Cheyenne commencent les difficultés du tracé. Il est à remarquer ici que les ingénieurs américains, dépourvus de toutes les ressources habituelles, n'ayant, à part le bois, aucun des matériaux nécessaires aux ouvrages d'art, ont dû tourner toutes les difficultés au lieu de les aborder de front comme il est si conforme au tempérament américain de le faire. Pour éviter un tunnel, une tranchée profonde, un pont important, ils ont regagné les différences de niveau par des pentes hardies, tourné une croupe de montagne ou pénétré jusqu'au fond de certains défilés. Les ouvrages d'art, au moment de la construction du Grand-Central, n'ont été exécutés que là où il devenait tout à fait impossible de les éviter; ils étaient toujours réduits à leurs plus



Vue d'ensemble du Grand-Ravin.



strictes dimensions. C'est ainsi que sur cette immense traversée des Monts-Rocheux et de la Sierra-Nevada, on ne compte pas un seul tunnel de dimensions notables; le plus long ne mesure pas deux cent cinquante mètres. Pour franchir les chaînes de montagnes, les ingénieurs ont gravi les pentes jusqu'à des hauteurs de deux mille huit cents mètres afin de rencontrer un col favorable au passage. Ils n'ont pas craint d'aborder le passage de la Sierra-Nevada, à Summit, par une rampe atteignant près de dix-sept mètres par kilomètre.

Dans leur préoccupation de faire vite avant tout, les Américains ne se sont point préoccupés de faire bien, dans le sens général donné à ce mot. Pour eux, faire bien veut dire faire vite, mais ne signifie pas faire solidement. En effet, la plupart des ouvrages d'art qu'ils ont dû construire ont été édifiés à titre provisoire : le plus grand nombre des tunnels n'avait point reçu de revêtement en maçonnerie; de simples boiseries soutenaient les terrains mobiles des galeries sous lesquelles s'engouffraient les trains; les ponts, d'une construction hardie, élégante, n'étaient qu'en bois, souvent chancelants et d'une solidité parfois si douteuse qu'en plus d'un endroit, malgré la témérité habituelle des Américains, les conducteurs du train faisaient descendre les voyageurs et que l'on franchissait à pied ces passages dangereux.

Le *Go ahead!* (En avant!) traditionnel avait été si bien la devise des constructeurs qu'ils n'ignoraient aucun des défauts de leur œuvre; mais ils remettaient à plus tard le soin d'améliorer les choses. C'était encore une manifestation du tempérament américain, lequel ne se préoccupe guère de l'avenir. Pourvu que tout aille bien ou à peu près dans le présent, on se déclare satisfait. « Chacun pour soi » est la devise régnante. La génération actuelle n'a qu'à se préoccuper de ses besoins réels; les générations futures ne seront pas plus embarrassées que celles d'aujourd'hui pour exécuter ce qui sera indispensable à leurs intérêts, à leur sécurité. On peut faire beaucoup pour le présent avec une pareille insouciance de l'avenir et de la postérité!

A l'entrée des passes des Montagnes-Noires se rencontre Cheyenne, qui a reçu son nom de la tribu indienne campée sur l'emplacement au moment où la ligne atteignit ce point. Malgré sa récente fondation, Cheyenne est une des villes américaines dont le développement a été le plus rapide. En quelques mois, plusieurs milliers d'habitants s'y étaient fixés; ils avaient apporté tous les raffinements de la société policée



dans ce lieu fréquenté encore hier par quelques rares Indiens, mais appelé par sa position au plus florissant avenir.

En effet, à Cheyenne se rencontrent les embranchements qui se dirigent sur deux centres miniers importants : Denver, au sud, et Montana, au nord. La compagnie possède là un important dépôt de machines. A partir de ce point, on quitte les locomotives ordinaires; le train est remorqué sur les pentes par des machines à forte adhérence.



Trestles-Bridge, ou pont de chevalets dans le Grand-Ravin.

De Cheyenne à Laramie, sur une longueur de quatre-vingt-dix kilomètres, on franchit le grand contrefort montagneux de cette région. Sur ce plateau, de même que sur les hauteurs des Montagnes-Noires, on a dû établir de coûteux abris pour protéger la voie contre les neiges abondantes de l'hiver. Sur toute cette section la ligne court le long d'une plaine élevée, à travers laquelle les vents balayent avec une furie sans pareille

d'immenses tourbillons de neige qui menacent sans cesse d'obstruer la route. Pour parer à ce danger, on a bâti tout le long de la voie, à une distance de dix mètres, partout où cela semblait nécessaire, une double rangée de palissades en bois ou en pierres, selon les matériaux dont on disposait. Ce travail ne s'étend pas sur moins de cinquante kilomètres, et malgré l'insuffisance de la hauteur donnée à ces murailles on a reculé jusqu'ici devant les dépenses nécessaires pour les surélever.



Trestles-Bridge vu en dessous.

Lorsque la protection de ces ouvrages est insuffisante et que la voie est obstruée, on a recours aux charrues à neige, sorte de coffre portant un soc à double versoir dont on affuble la locomotive et qui taille son chemin à travers la neige. Ce moyen énergique ne suffit pas toujours, tant les amoncellements sont parfois considérables; on attelle alors, l'une derrière l'autre, jusqu'à six locomotives, qui sont lancées à toute vapeur contre l'obstacle. Si, comme cela s'est déjà vu, la masse ne se laisse que partiellement pénétrer, il faut battre en retraite sous peine de voir tout le convoi emprisonné par les neiges.

C'est encore sur ce plateau supérieur qu'il faut traverser la triste



contrée bien nommée des Eaux-Amères. Durant des heures entières on n'aperçoit pas un arbre, pas une touffe d'herbe, aucune trace de vie animale ou végétale. Là, se rencontrent également les mines de houille desquelles la Compagnie du *chemin de fer de l'Union* tire tout son approvisionnement. Ce voisinage et d'autres raisons donnent à Laramie une importance marquée encore par diverses installations relatives à l'exploitation de la ligne.

De Laramie jusqu'à Ogden, il faut franchir les monts Wasatch, où se rencontrent les rampes les plus fortes de tout le parcours, et les sites les plus pittoresques succédant à ceux de la vallée de la rivière Verte.

C'est durant la traversée de cette section qu'on peut se faire une idée bien nette de l'énergie avec laquelle fut poursuivie la construction de la ligne. Les travaux à faire pour s'élever sur les flancs des montagnes de Wasatch devant durer longtemps, les ingénieurs ne consentirent point à retarder pour cela l'ouverture de la ligne. Ils eurent alors recours à une ligne provisoire où les courbes nécessaires à la voie définitive étaient remplacées par des angles dont la forme brisée rappelait un Z, ce qui fit donner à cette partie de la ligne le nom de « Z de Wasatch ». Arrivé à ce point, le train était poussé jusqu'au delà du croisement des deux branches; on aiguillait, et il s'engageait sur la voie de jonction en renversant sa vapeur; au second croisement, un nouvel aiguillage le plaçait sur la voie parallèle à la voie inférieure. Dans ces manœuvres, si simples en apparence, la locomotive restait fréquemment en détresse, tant la pente était rude; il fallait plusieurs tentatives et chauffer parfois au delà de toute prudence pour lui faire condenser une quantité suffisante de vapeur.

A Ogden, se détache un embranchement qui se rend à la ville sainte des Mormons, au bord du grand Lac-Salé. C'est dans ce pays perdu au fond des déserts et défendu pendant de longues années par la traversée des contrées les plus inhospitalières que les Mormons sont venus fixer leur capitale. Des villes de moindre importance, des exploitations agricoles nombreuses et prospères se sont groupées et ont fini par former un centre de population dont le chemin de fer du Pacifique a voulu profiter.

Dédaignés maintenant par les Américains, qui les persécutaient il y a quarante ou cinquante ans, les Mormons se livrent actuellement en paix à tous les métiers et à toutes les industries des *gentils*, nom qu'ils donnent à toute personne étrangère à leur secte.

Ogden étant le point central du chemin de fer du Pacifique, on y voit chaque jour stationner et partir trois trains à la fois : l'un pour Omaha, l'autre pour San-Francisco, le troisième pour la ville du Lac-Salé.

Entre le pays des Mormons et les parties habitables de la Nevada s'étend le vrai désert américain, long de huit cents kilomètres, large de quatre cents dans la direction du nord au sud. Loin d'offrir une monotonie sublime comme le Sâh'ra africain, dont il n'a point d'ail-



La charrue à neige.

leurs l'aspect imposant, il est traversé par des chaînes de montagnes aux formes tourmentées et bizarres, d'une inexprimable aridité, où gisent les plus invraisemblables richesses minières du monde. Lorsque les siècles futurs auront vu s'épuiser les mines aujourd'hui en exploitation tout le long des Montagnes-Rocheuses et de la Sierra-Nevada, les chercheurs de métaux précieux s'abattront sur ces régions désolées avec la même furie qu'ils s'abattirent, il y a vingt ans, sur les filons actuels.

L'eau manque totalement dans ce désert; de sorte que jamais les émigrants californiens n'ont osé s'engager dans ces parages inhospitaliers; une grande partie est restée encore inexplorée. Les rares sentiers tracés par les longues files des anciens émigrants serpentent sur la



lisière de cette abominable contrée; comme jadis, ils restent marqués par les ossements blanchis des malheureux qui ont péri en route, exténués de fatigue et de besoin, par les cadavres de chevaux et de mules, par les débris sans nom, chariots, tentes, approvisionnements de toute sorte que la mort laissait sans propriétaire, et que les survivants n'avaient point la force d'emmener.


Le grand Lac-Salé.

Le chemin de fer, malgré qu'il soit inaccessible à de pareilles craintes, ne pénètre cependant que par leurs parties les moins inabordables dans ces solitudes désolées. Il s'y glisse en quelque sorte, profitant des bouleversements du sol pour éviter les travaux. Il atteint ainsi le défilé de Humboldt, immense tranchée naturelle produite par une commotion des temps passés à travers les massifs de la montagne, et il débouche enfin dans l'État de Nevada.

Une fois ce vilain passage franchi, la ligne se dirige vers la Sierra-Nevada proprement dite, qui forme l'obstacle le plus formidable du parcours entier. A partir de Truckee jusqu'au Donner-Pass, à la station de Summit, la distance de vingt-deux kilomètres est marquée par une différence d'altitude de trois cent cinquante-sept mètres; aussi la montée est-elle des plus difficiles.

Sur l'autre versant, tout change d'aspect : la descente est presque

aussi rapide que la montée de Summit est lente; c'est miracle que les trains, simplement maintenus par les freins, ne soient pas plus souvent précipités dans les abîmes immenses qui longent la voie.


Vue générale de *Salt-Lake city*, capitale des Mormons.

La nature offre dans la Sierra un caractère de majesté et de grandeur qui manque aux solitudes de l'Ouest. Les arbres atteignent des dimensions prodigieuses, et sont accompagnés d'une végétation ravissante. De tous côtés les eaux se précipitent en cascades et vont former la rivière de Yulla, qui serpente comme un ruban d'argent à des pro-



fondeurs vertigineuses. L'âme est comme oppressée par le solennel silence qui règne dans ces solitudes imposantes.

La voie est positivement accrochée sur le flanc de ces gigantesques sommets éternellement couverts de neiges, contre lesquelles il a fallu prendre des précautions particulières. Sur cette partie de la ligne, quatre-vingts kilomètres à peu près sont parcourus sous la constante menace des avalanches. Pour parer à ce danger, on a dû construire une série de hangars qui, presque sans interruption, protègent la voie entière contre les neiges de la Sierra. Ces hangars, ou abris à neige, sont des constructions qui impriment un cachet particulier à la ligne du Centre.

Dans la partie élevée de la Sierra, les neiges couvrent le sol à des hauteurs qui varient entre trois et douze mètres. Il fallait défendre la ligne ferrée contre l'invasion de pareilles masses, sous peine de voir les communications interrompues durant tout l'hiver. Afin d'obvier à cet obstacle, on a construit des galeries et des hangars en solides charpentes. Partout où la ligne, un peu à découvert, est placée sous la menace des avalanches, elle est protégée par une galerie qui se compose de toits à double pente solidement appuyés d'un côté à la montagne et s'abaissant de l'autre côté de façon que la forme naturelle de la montagne est en quelque sorte rétablie. Les neiges glissent ainsi au-dessus de la voie sans la toucher. Lorsque la voie est accotée à la montagne, un des bouts de l'abri s'appuie sur le sol même et l'autre est porté par de solides poteaux. Le tout étant à claire-voie, il se maintient une aération suffisante sous ces hangars, dont quelques-uns mesurent jusqu'à quatre kilomètres de long.

Mais si l'on est protégé contre les neiges, on l'est mal contre les incendies, qui se déclarent souvent au milieu de ces boiseries sans cesse traversées par les locomotives desquelles s'échappent fréquemment des charbons enflammés. Pour remédier à cet accident, on a pris le parti de revêtir une partie des bordages avec des plaques de tôle. En outre, des trains de secours contre l'incendie, porteurs de pompes, sont en permanence dans les grandes gares de la ligne, et demeurent toujours prêts à se porter sur le point où le danger est signalé.

Durant plus de cent kilomètres de cette section de la ligne californienne, la voie se maintient à une altitude variant de seize cents à deux mille cinq cents mètres. Pour franchir ces difficiles défilés il a fallu ouvrir des tranchées invraisemblables. C'est là que pour la première

fois on fit usage de cet agent d'une puissance si redoutable, la nitro-glycérine.

Sortie de ces gorges, la ligne descend toujours, semant chaque jour sur son parcours des cités nouvelles dont les fondateurs ont été attirés par les richesses minières de la contrée. A droite, à gauche de la voie, on aperçoit de nombreux placers en exploitation.

Toute cette partie du chemin de fer a été construite par des Chinois.

On ne saurait trop insister sur les services que les travailleurs chi-



Toits à neige dans la Sierra-Nevada.

nois ont rendus en Californie; néanmoins, tout en rendant à leurs qualités un légitime hommage, tout en les déclarant les meilleurs ouvriers qu'on puisse employer pour la construction des chemins de fer, les Américains ne les en ont pas moins mis au banc de la race blanche. Par fierté pour leur origine, par jalousie aussi de leur esprit d'ordre contrastant si fort avec leur caractère prodigue, les Californiens ont fini par réunir tous leurs efforts, mais en vain, pour arrêter l'émigration chinoise.

On peut dire que sans les ouvriers chinois les chemins de fer de la Californie n'existeraient peut-être pas. En effet, malgré l'excessive cherté des salaires, les ouvriers européens ou américains désertaient constamment les chantiers. Il suffisait de la découverte d'une pépite ou

d'une histoire de mineurs racontée, le soir, autour du feu des bivouacs, pour que les ouvriers indigènes abandonnassent le travail afin de se répandre dans les montagnes à la recherche d'un filon qu'ils ne rencontraient pas toujours, mais après lequel ils ne pouvaient s'empêcher de courir. Le Chinois, laborieux, patient et docile, ne connaît point ces entraînements. Non seulement les ouvriers de cette origine sont

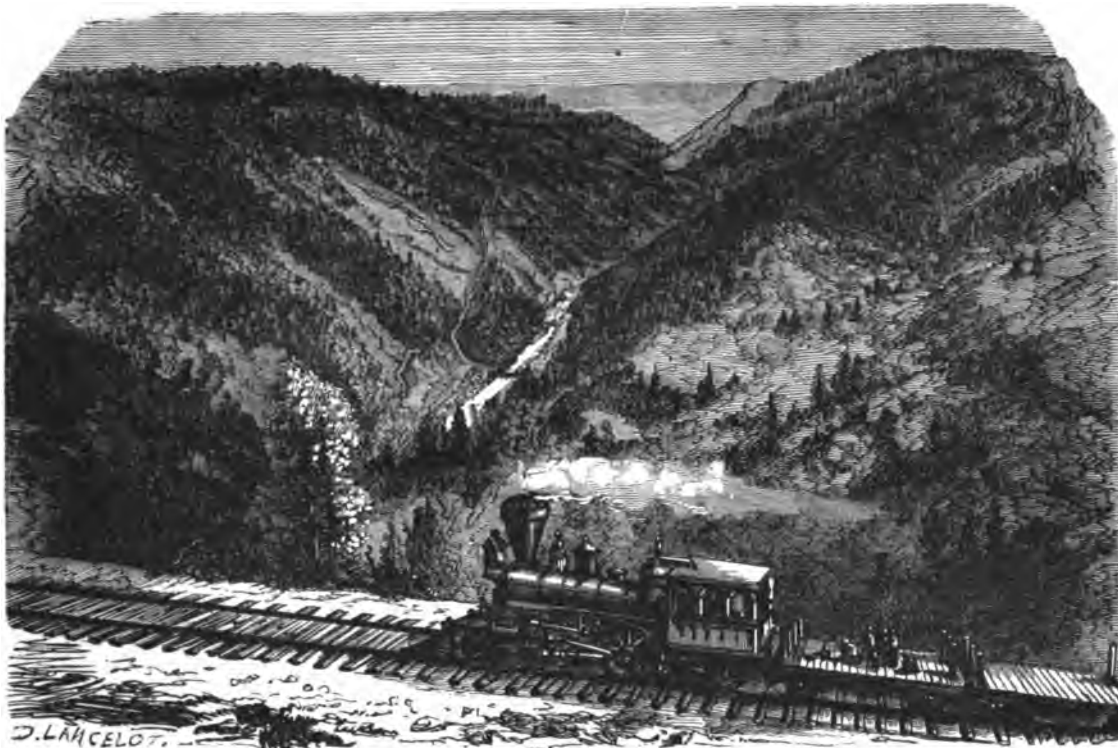


La tranchée de Bloome.

aussi durs à la fatigue et capables de travailler autant qu'un Européen, mais ils sont consciencieux, ils paraissent prendre plaisir à leur besogne et ils sont d'une sobriété exemplaire. Tandis qu'il fallait exercer une incessante et sévère surveillance sur les ouvriers blancs de toute nationalité employés au chemin de fer, c'est à peine si l'on avait à s'occuper des Chinois. Leur tâche accomplie, leur travail payé, on n'entendait plus parler d'eux. Le soir venu, ils se réunissaient et s'organisaient, selon leur immuable habitude partout où ils se trouvent, de façon à se rendre la vie facile. Jusque dans les déserts ils faisaient fonctionner au milieu d'eux ces ingénieuses associations si développées

dans leur pays., qui tiennent du communisme, et grâce auxquelles ils deviennent une puissance partout où ils s'implantent.

A mesure que le chemin de fer descend les flancs de la Sierra et aborde les régions boisées de la Californie, on voit sortir de terre une végétation vigoureuse qui décore le paysage le plus enchanteur. On se croirait au milieu de forêts vierges si le sifflement de la locomotive ne rappelait le voyageur à la réalité. Puis les villages apparaissent, se



American Cañon, vue prise du remblai de Cap-Horn.

rapprochant de plus en plus et dénotant le travail, l'aisance, la prospérité.

Enfin, des dernières hauteurs on aperçoit briller au loin la splendide rade de San-Francisco, au fond de laquelle est assise la ville de Sacramento, *terminus* de la ligne, qui se relie à sa rivale par une voie ferrée ainsi que par de nombreux paquebots.

On ne sera nullement surpris en apprenant que l'achèvement de cette ligne colossale, la plus longue du monde entier, provoqua chez la nation américaine un enthousiasme indescriptible, et que son inauguration donna lieu à des manifestations où l'orgueil yankee, fier d'avoir accompli une œuvre sans égale, put éclater avec toute son exubérance.



Il faut, pour s'en rendre un compte suffisant, se reporter aux journaux américains de l'époque.

Lorsqu'on sut que la jonction des deux lignes était sur le point de s'opérer, on résolut de célébrer dignement ce qu'on n'appelait plus que la *grande œuvre*. Cette célébration, qui eut lieu en même temps dans toute la Californie, était cependant un peu prématurée. Le travail incombant aux Californiens était, il est vrai, en quelque sorte terminé. Les dépêches annonçaient qu'à midi précis, le 8 mai 1869, on poserait à Promotory-Point le dernier rail sur la dernière traverse du Central; mais, d'un autre côté, les travaux de l'Union n'avaient point marché avec l'extravagante rapidité que les Californiens avaient imprimée aux leurs; il fallait encore deux jours pour accomplir la jonction.

Cependant les Californiens avaient fait leur siège. La fermeture des banques, ateliers et boutiques avait été décidée, l'ordre des processions réglé; on avait rédigé les discours, préparé les banquets; et les habitants de San-Francisco, fiévreux comme des enfants, n'entendaient pas remettre à quarante-huit heures plus tard la solennité qu'ils voulaient célébrer.

Les maisons étaient garnies de drapeaux et de banderoles de dimensions qu'on ne rencontre qu'en Amérique, les navires étaient pavoisés de haut en bas. Un salut de cent coups de canon fut tiré en l'honneur de l'événement. Dans les rues, circulaient une foule en fête et de nombreux cortèges formés par les membres des diverses associations ou corps de métiers, francs-maçons, gymnastes, pompiers, mécaniciens, etc., s'accompagnant de musique bruyante et des coups de sifflet stridents des pompes à vapeur. Les honneurs de la journée furent pour une locomotive neuve sortant des ateliers de San-Francisco. Elle était placée sur un char traîné par vingt magnifiques chevaux attelés par cinq de front au moyen de grosses chaînes de fer; grimpés tout autour, se tenaient un grand nombre d'ouvriers en costume de travail : c'était d'un effet imposant. Puis venaient des sociétés de musiciens se défiant à qui ferait le plus de tapage, des soldats, des artisans en quantité considérable. Bref, la foule des manifestants était si grande, qu'on peut dire sans exagération que la moitié de la ville était dans le cortège tandis que l'autre se pressait sur son passage. Le soir, une illumination générale, où se manifestait le goût douteux du Yankee, embrasa toutes les voies principales et la plupart des maisons.

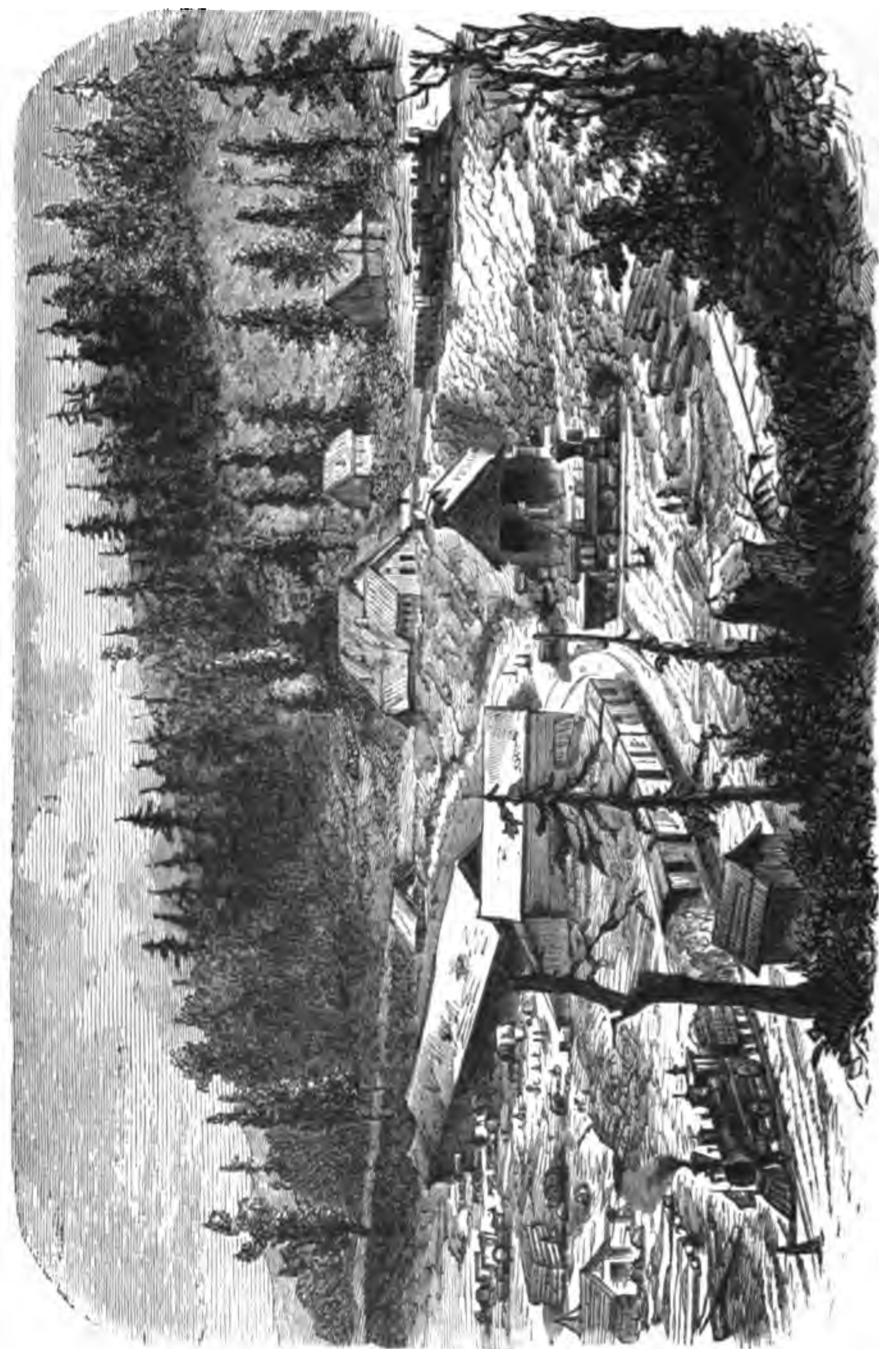
Pendant qu'on se préparait à célébrer à San-Francisco l'achèvement de la ligne et que les journaux portaient aux nues les promoteurs et les exécuteurs de l'œuvre, les travaux se poursuivaient avec une ardeur sans égale dans les environs de Promotory-Point, où devait se faire la jonction des deux sections de la ligne. Les résultats obtenus dans les derniers mois dépassaient en vitesse tout ce qu'on connaissait dans les annales de la construction, et même tout ce que les ingénieurs les plus hardis avaient pu concevoir.

Au mois de mars, les travailleurs du Central-Pacifique avaient posé en un seul jour jusqu'à dix kilomètres de rails. Au défi qui leur était ainsi porté, les ouvriers de l'Union avaient répondu en posant, le lendemain, onze kilomètres deux tiers de voie. De leur côté, les Californiens réunirent toutes leurs forces, et, fait sans précédent, posèrent, en un effort suprême, jusqu'à dix-sept kilomètres de rails, le 28 avril; on rapporte que les premiers deux cent quarante pieds furent posés en quatre-vingts secondes, les seconds deux cent quarante pieds en soixante-quinze secondes. On ne va guère plus vite à pied, quand on se promène sans se presser.

Comme exemple de l'activité déployée ce jour-là, on peut encore citer le fait suivant : un train contenant deux milles de rails, c'est-à-dire trois mille deux cent vingt mètres formant huit cent cinq pièces et pesant deux cent dix tonnes, fut déchargé par une escouade de Chinois en neuf minutes et trente-sept secondes. Les premiers six milles de rails furent posés en six heures quarante-deux minutes; pendant ce temps, où chaque travailleur mettait en jeu toutes ses forces, pas un d'eux, sur quinze cents, ne demanda un instant de repos. Détail plus surprenant encore, *tous* les rails formant les dix-sept kilomètres mis en place ce jour-là, et pesant environ mille tonneaux, furent posés par *huit hommes* seulement, choisis, il est vrai, parmi les plus forts et les plus habiles dans un corps de dix mille travailleurs.

Pour se faire une idée des difficultés vaincues en cette mémorable journée, il ne faut pas oublier qu'on se trouvait dans un désert, loin de toute ville et même de toute habitation. Lorsque les quinze cents ouvriers de ce côté abandonnèrent leur travail pour prendre le repas de midi, ils étaient à dix kilomètres du lieu où ils avaient déjeuné le matin et laissé leur attirail de campement. Les provisions, les tentes, les ustensiles, les instruments, les effets, le feu, l'eau, tout avait été

porté en avant, sans confusion, au fur et à mesure de l'avancement du travail. On voyait alignés, comme par une intendance bien dirigée,



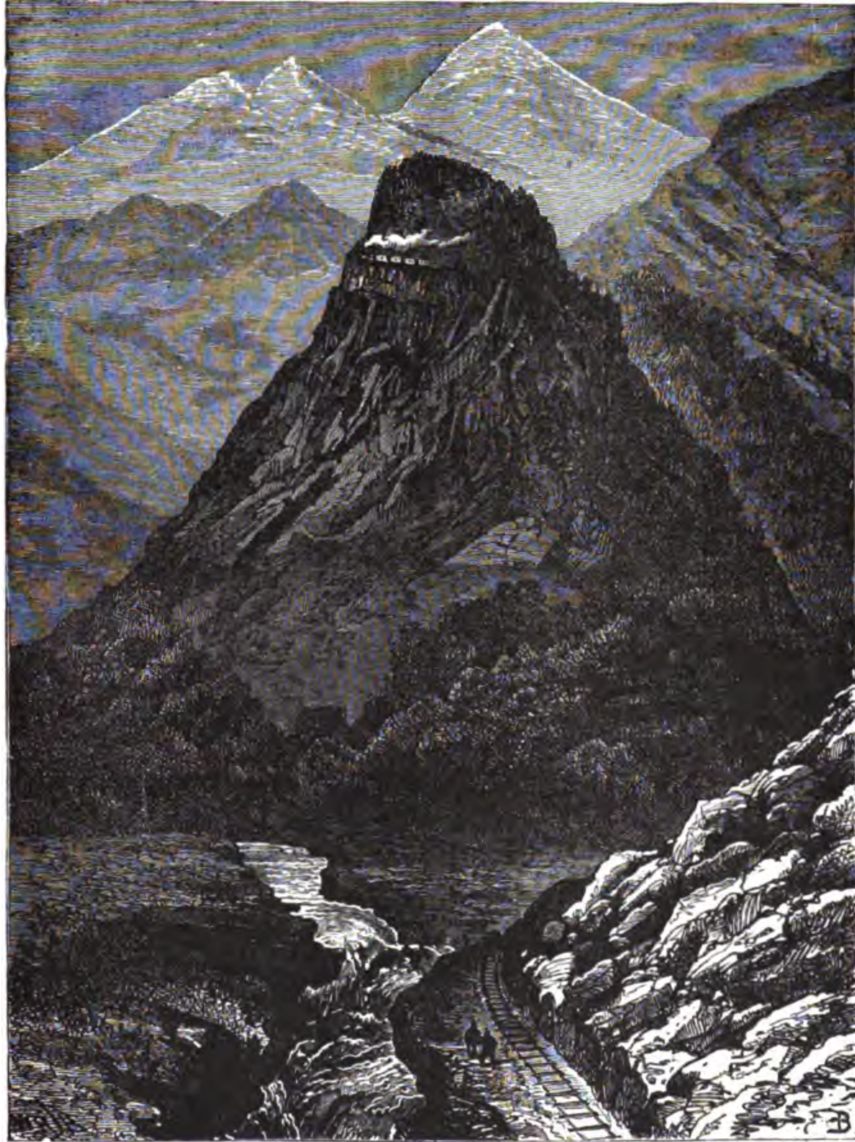
Station et chantiers de Cisco.

tous les *boarding-houses* roulants arrivés et munis à l'heure voulue de tout le nécessaire pour l'abri et pour la nourriture, là où, le matin même, il n'y avait pas de vestige de route et de provisions.

Le 10 mai, les deux sections se rejoignirent avec un intervalle de

cent pieds, qu'on avait intentionnellement ménagé. On voulait poser solennellement les derniers rails.

Des deux côtés de la ligne arrivèrent les envoyés du chemin de fer



Le nouveau transcontinental du Nouveau-Mexique. — La passe de Veta.
— Dans le lointain la chaîne du Sang-du-Christ.

Central et ceux du chemin de fer de l'Union; les uns venant de Sacramento, les autres de Chicago.

Deux escouades, composées d'hommes blancs du côté des unionistes et de Chinois du côté des Californiens, s'avancèrent en tenue correcte d'ouvriers pour combler la lacune ménagée. Des deux côtés on avait choisi l'élite des travailleurs, et c'était plaisir à voir comme ils s'acquit-

tèrent vivement de leur besogne. Les Chinois surtout, graves, silencieux, alertes, s'entr'aidant adroitement, faisaient l'objet de l'admiration générale.

« Ils travaillaient comme des prestidigitateurs, » raconte un témoin oculaire.

Quand les deux troupes se trouvèrent en présence, deux locomotives s'avancèrent au devant l'une de l'autre pour exhaler dans un jet strident de vapeur un salut qui déchira les oreilles. En même temps, les commissaires expédiaient à Chicago et à San-Francisco une dépêche ainsi conçue : « Tenez-vous prêts à recevoir les signaux correspondant aux derniers coups de marteau. »

Les fils télégraphiques de la ligne avaient été reliés dans chaque sens avec l'endroit même où le dernier boulon allait être placé. Toutes les grandes villes des États-Unis s'étaient mises pour la circonstance en communication directe avec le lieu de la cérémonie; de sorte que les coups de marteau frappés à Promotory-Point pour fixer le dernier rail de la grande ligne du Pacifique trouvèrent un écho immédiat dans tous les États de la république.

La dernière traverse, en bois de laurier, devait être fixée par deux boulons massifs fabriqués, l'un avec l'or de la Californie, l'autre avec l'argent de la Nevada.

Au moment solennel et après les discours d'usage, les délégués s'avancèrent pour procéder à la dernière opération, et la dépêche suivante s'envoyait sur tous les points des États-Unis : « Tous les préparatifs sont terminés. Otez vos chapeaux, nous allons prier. » Au nom de tous les États, Chicago répondit : « Nous comprenons et nous vous suivons. Tous les États de l'Est vous écoutent. »

Quelques instants après, les signaux électriques, répétant de par l'Amérique entière chaque coup de marteau frappé au milieu du continent, apprirent à tous les citoyens que la *grande œuvre* venait d'être accomplie.

Dans toutes les villes de l'Union l'événement fut célébré par des salves d'artillerie et par des fêtes dans le genre de celles de San-Francisco.

Les principaux journaux, représentés sur le lieu d'inauguration, furent pendant plusieurs jours absolument consacrés à la publication des discours et des dépêches échangés à ce sujet en nombre incalculable par tous les magistrats de la république célébrant ce grand événement.

Telle qu'elle est livrée à l'exploitation, cette immense ligne est à voie unique et, contrairement à ce qui avait lieu jusqu'alors aux États-Unis, la largeur de la voie est la même que sur nos chemins de fer européens.

Le chemin de fer du Pacifique compte à peu près soixante-cinq stations principales, dont quelques-unes sont plus rapprochées qu'on ne pourrait le supposer. Elles sont séparées par une distance ne dépassant quelquefois pas dix-huit à vingt-sept kilomètres; dans les riches plaines de Sacramento, elles ne sont parfois distantes que de cinq kilomètres.

Chaque jour un train part d'Omaha, un autre de San-Francisco et mettent cent heures à faire les deux mille huit cent soixante et un kilomètres qui séparent les deux têtes de ligne. Trois fois par jour ils s'arrêtent à des stations pourvues d'un buffet où les voyageurs ont vingt minutes pour prendre leur repas. La vitesse, on le voit, est loin de répondre à l'idée qu'on se fait généralement sur la rapidité des trains américains, car c'est à peine si la vitesse moyenne du Central-Pacifique est de trente et un kilomètres à l'heure.

Le voyageur qui se rend jusqu'à New-York doit compter sur un parcours de cinq mille trois cents kilomètres, qu'il franchit en sept jours et sept nuits. Mais il convient de dire que dans certaines circonstances la longueur du trajet se trouve singulièrement abrégée. On a vu des trains particuliers franchir la même distance en cinq jours et cinq nuits.

D'ailleurs, une tendance marquée à l'amélioration du service se fait remarquer depuis quelques années. Elle est due non seulement à une meilleure organisation, mais encore et surtout à la concurrence redoutable d'une seconde ligne reliant maintenant les deux Océans à travers le Missouri et le Nouveau-Mexique. Cette ligne, composée d'un raccordement qui unit Santa-Fé avec Topéka, dans le Kansas, se soude mieux encore que le Central-Pacifique avec toutes les lignes qui sillonnent les États du centre et ceux du Sud. De Santa-Fé, capitale du Nouveau-Mexique, elle rejoint la ligne du sud californien près de Mohave-City, dans l'État d'Arizona. Indépendamment de l'avenir qu'elle promet aux deux provinces ainsi desservies, elle offre aux voyageurs des avantages marqués. La durée du trajet n'est pas plus longue, le prix n'en est pas plus élevé, la ligne est tracée au milieu de superbes contrées où l'on n'a pas à redouter en hiver les neiges, en été les cruelles chaleurs du désert.

Quoi qu'il en soit de la préférence à accorder à une route sur l'autre, une gloire véritable n'en demeure pas moins acquise aux hardis pionniers qui ont osé, les premiers, lancer d'un bord à l'autre des océans cet immense ruban de fer grâce auquel les richesses les plus considérables sont réparties, les relations entre les extrémités du monde multipliées et facilitées au grand profit des peuples et de la civilisation.

II

LE CHEMIN DE FER CANADIEN

DU PACIFIQUE

Lorsque la compagnie de la baie d'Hudson céda au Canada, en 1867, les immenses territoires qu'elle détenait au nord de l'Amérique, il était facile de prévoir qu'un chemin de fer pénétrerait un jour ou l'autre jusque dans ces contrées lointaines pour leur fournir des débouchés vers la métropole.

Cependant le projet ne fut pas aussitôt mis à exécution; mais l'entrée, en 1870, de la Colombie anglaise et de l'État de Manitoba dans la Confédération canadienne donna un autre cours aux idées du gouvernement touchant cette question. Une des clauses du traité stipulait que les nouvelles provinces seraient reliées, dans un délai de dix ans, à leurs confédérées de l'est, par un chemin de fer transcontinental: les vues s'éloignèrent donc des territoires de la baie d'Hudson. Elles s'en éloignèrent sans les abandonner, car le tracé du transcontinental canadien tient compte de la situation dans la mesure du possible; on a porté la voie ferrée assez au nord des grands lacs pour faciliter plus tard l'établissement d'une ligne se détachant du tracé principal et se dirigeant vers la baie d'Hudson.

La grande ligne fut décidée en 1871. Aussitôt les études commencèrent et furent poursuivies sans relâche entre le lac Supérieur et les Montagnes-Rocheuses. Le gouvernement canadien y a consacré une somme de quinze millions de francs qui, on doit le dire, ne s'applique pas seulement au tracé du chemin de fer, mais aussi à l'arpentage d'une

immense étendue de territoires que la nouvelle ligne était appelée à peupler et à fertiliser; car jusqu'à cette époque, au delà d'une zone restreinte, voisine du lac Winnipeg, la contrée n'était pas connue administrativement parlant. A part les « voyageurs » de la compagnie de la baie d'Hudson, les chasseurs et les trappeurs, personne ne s'aventurait sur tout le territoire nord-ouest au delà du bassin du Saint-Laurent.

A cette époque encore si rapprochée de nous, la traversée du continent était un voyage gros de difficultés et de périls, long et complètement dépourvu de toutes ressources pour le voyageur.

Jusqu'au moment où furent commencés ces travaux, celui qui s'y aventurait devait se rendre à Halifax, dans la Nouvelle-Écosse et, en quittant le paquebot qui l'amenait d'Europe, prendre le chemin de fer intercolonial qui le déposait à Québec, au bout de vingt-cinq heures. Le chemin de fer du Grand-Tronc le conduisait ensuite à Montréal, d'où il remontait tout le bassin de Saint-Laurent et arrivait à travers les grands lacs jusqu'à la ville de Winnipeg, capitale du Manitoba. Ce trajet demandait de quarante à quarante-cinq jours. Depuis que le transcontinental a été décidé, l'émigration s'est portée vers l'ouest des grands lacs; la vie s'est répandue dans ces contrées désertes, et l'on a organisé entre ces deux points extrêmes des portions de voies ferrées, des lignes de bateaux à vapeur qui réduisent à vingt-cinq jours la durée du même voyage.

Au delà du Manitoba, dans la direction des Montagnes-Rocheuses, il n'existait aucun moyen de communication. A partir de la Rivière-Rouge, le reste du voyage nécessitait de deux à trois mois pour atteindre Victoria, la capitale de Vancouver, en se frayant un chemin, la hache à la main, au milieu des forêts dont les Indiens et les chasseurs connaissaient seuls les rares coulées.

Le transcontinental, dont la tête de ligne est à Montréal, permet de faire aujourd'hui le même trajet en cent trente-six heures; on compte que dans un court délai il n'en faudra plus que cent vingt pour franchir les quatre mille six cent soixante-cinq kilomètres séparant Montréal de Port-Moody, son *terminus*.

L'intérêt de cette grande ligne ne consiste pas seulement à abréger d'une vingtaine d'heures la traversée du continent; elle sera surtout l'artère qui va développer d'une prodigieuse façon l'élément franco-canadien dans toute l'étendue du Canada et principalement au delà du lac Supérieur, dans l'immense bassin de la rivière Rouge. A ce point de

vue, la création du transcontinental ne peut que réjouir tous ceux qui ont souci de la grandeur de la France.

Dans ces lointaines contrées, il est bon de le rappeler, l'amour de notre patrie s'est perpétué, est entretenu avec une fidélité, une ardeur qui peuvent faire honte à bon nombre d'enfants de la mère patrie. Non seulement les Franco-Canadiens ont maintenu intacts leur foi, leur langage, leurs mœurs, mais ils ont su se constituer en un parti puissant qui concourt efficacement à la direction des affaires du pays canadien et tend à les dominer. Leur nombre, qui est en progression constante, dépasse onze cent mille sur une population de quatre millions d'habitants. Sur les six cent mille qui résidaient ces années dernières aux États-Unis, beaucoup rentrent au Canada éconduits par la crise qui sévit dans l'Amérique du Nord.

Ce sont les hommes de cette forte race qui ont défriché et colonisé toutes les terres où la confédération compte des habitants; ce sont eux encore qui en ce moment mettent en valeur les nouveaux territoires traversés par le chemin de fer transcontinental canadien.

Ces contrées d'une fertilité extraordinaire, où la couche d'humus varie de un à deux mètres d'épaisseur, sont à la disposition des émigrants à des conditions singulièrement avantageuses. Elles sont vendues aux enchères par le gouvernement canadien, sur la mise à prix, fixée par la loi, d'*un dollar trente cents* l'acre, c'est-à-dire à raison de quatorze francs l'hectare, sous la seule condition que le même acheteur n'en peut acquérir plus de six cent quarante acres ou à peu près deux cent cinquante-neuf hectares. Mais comme, malgré l'extrême affluence des colons depuis quelques années, il y a d'immenses étendues disponibles, le gouvernement baisse la mise à prix de chaque lot, usant ainsi de la faculté que lui en laisse l'acte du parlement; et des contrées entières ont été concédées sur la base dérisoire de moins d'un franc l'hectare!

Quand on met en regard d'un pareil état de choses la situation de tant de déshérités de notre pays, qui cherchent vainement dans un travail insuffisamment rémunérateur la satisfaction de leurs plus légitimes besoins, on est enclin à leur montrer là-bas, au milieu d'amis prêts à les accueillir, la fin de leurs maux.

Il faudrait faire pénétrer dans les esprits cette vérité que de toutes les régions à coloniser, c'est le Canada qui convient le mieux à nos compatriotes. Tout ce qu'il y a de plus fertile et de plus habitable sur notre planète est occupé par les hommes des diverses familles, selon

leur tempérament et leurs aptitudes; chaque peuple s'est implanté sur des terres devenues son domaine par droit de conquête ou par assimilation, et tous ceux qui viendront encore ne pourront que se fondre dans la masse des premiers occupants. Les États-Unis, jadis si déserts, n'ont plus rien à donner aux déshérités d'Europe; tout y est occupé ou accaparé par la spéculation. Suivant un rapport récent fait à l'Académie nationale de Washington par le major Powell, il ne reste pas invendue,



Un train du transcontinental canadien.

dans tous les Etats-Unis, une surface égale à celle d'un comté moyen de terres pouvant être mises en culture par des émigrants non pourvus d'un capital d'exploitation.

Le Canada seul se trouve dans les conditions où étaient les États-Unis il y a quelque vingt ans; d'immenses espaces y sont libres encore et n'attendent, pour leur assurer le bien-être, que des travailleurs.

Sans doute ces pays, rudes d'aspect et de climat, ne sauraient convenir aux natures méridionales; mais l'enfant des Alpes, de Savoie ou du Dauphiné, l'homme du Jura, le bûcheron des Vosges, les habitants de l'âpre plateau de la France centrale, les robustes paysans bretons trouveront dans la fertilité du sol une ample compensation à des hivers

dont leur patrie, pour la plupart, leur a appris à supporter la rigueur et la durée. Quant à l'homme des plaines du nord, il n'y regrettera pas la glaciale humidité de l'Europe occidentale.

En réalité, le climat du nord-ouest canadien est éminemment sain, et la race qui s'y développe est d'une vigueur absolument remarquable. L'hiver est, il est vrai, d'une rigueur excessive pendant quatre à cinq mois, dans le bassin de la rivière Rouge, qui est situé sous la latitude de Paris : de novembre à avril il n'y a pas un seul jour de dégel, et le



Une station dans la prairie canadienne.

thermomètre descend fréquemment au point de congellation du mercure. Toutefois il tombe beaucoup moins de neige que dans le Sud-Canada, et cette neige reste sèche et grenue, ce qui explique que, jusqu'au 55e degré de latitude nord, on voit les chevaux hiverner en plein air. Quand vient la dernière quinzaine de mai, les chaleurs prennent le dessus, la végétation se développe avec une vigueur inconnue dans nos régions tempérées, et un été de quatre mois suffit pour faire croître et mûrir non seulement nos céréales ordinaires, mais le maïs, les melons, les tomates et bien d'autres plantes annuelles que nous demandons d'ordinaire à la Provence et à l'Italie.

Quant à la prodigieuse fertilité du sol limoneux des prairies, elle se démontre par ce seul fait que, sur certaines fermes anciennes de la contrée, on sème et on récolte du blé depuis plus de quarante années

consécutives sans engrais d'aucune sorte. Il suffit, pour maintenir au même point le rendement de la récolte, qui est très fréquemment de cent pour un, de défoncer de temps en temps le sol à une certaine profondeur. Aujourd'hui encore, sur tous les bords de la rivière Rouge et de l'Assiniboine, les colons brûlent leur fumier d'étable ou le jettent à la rivière comme un produit sans valeur.

Tels sont dans leur ensemble les territoires que dessert le nouveau transcontinental, tout le long duquel des villes nouvelles se sont groupées, comme cela a eu lieu d'ailleurs dans toute l'Amérique du Nord.

Dans ces contrées si longtemps qualifiées de nouveau monde, il n'est point possible de suivre les errements de la vieille Europe : ce qui déroute nos idées, notre façon de juger les choses, ce qui nous choque fréquemment n'est, en définitive, très souvent que la conséquence d'une rigoureuse logique, entre autres, les chemins de fer. Tandis que l'ouverture d'une ligne est dans nos pays le résultat d'une industrie importante, d'une agriculture prospère, du groupement d'une population compacte; tandis que nous demandons à une voix ferrée d'être avant tout une opération productive pour l'argent qu'on y a consacré, des raisons toutes différentes déterminent là-bas la création d'un chemin de fer.

Malgré tous les services qu'on en tire comme voies de communication, les cours d'eau, quels que soient et leur nombre et leur importance, n'ont d'effet utile que pour une bande extrêmement étroite de territoire. Tout ce qui n'est pas situé directement sur leurs bords est forcément délaissé; les produits les plus abondants et les plus rémunérateurs sont frappés d'une infériorité ruineuse par suite des énormes frais de transport provenant du manque absolu de routes à l'intérieur. Dans ces régions, où les centres habités et exploités sont souvent séparés par des distances énormes, la construction d'une route carrossable entraînerait à des dépenses considérables; l'établissement d'un chemin de fer n'y est guère plus coûteux et donne tous les avantages résultant de la puissance et de la rapidité des transports.

Pourquoi construire des routes à travers des solitudes? Et comment résoudre le problème de peupler ces solitudes? La création d'un chemin de fer répond ici admirablement à ces deux questions. Le colon pénètre ainsi sur le territoire à mettre en valeur; il possède, avec le chemin de fer, une base puissante d'opérations. Au lieu d'aller trouver les centres habités, ce sont les centres populeux qui naissent tout le long de l'artère d'où ils tireront la vie. Ainsi s'explique la création, en Amérique,

de ces nombreuses lignes ferrées lancées dans toutes les directions du désert : elles forment un réseau dont les mailles vont se resserrant peu à peu, au fur et à mesure que la civilisation s'installe dans ces espaces autrefois parcourus par les seuls Indiens et les animaux sauvages.

Décrété en 1871, le Grand-Central canadien ne fut commencé qu'en 1880. L'acte de concession en imposait l'achèvement dans un délai de dix ans : il a été exécuté en six années seulement !



Vue de « Souris ».

Les débuts furent traversés par des complications dans lesquelles la politique s'était introduite et qui faillirent compromettre l'entreprise. Le gouvernement avait projeté de subventionner une compagnie qu'il chargeait de la construction. Le sentiment national se trouva vivement froissé par un tel projet, qui avantageait une réunion de capitalistes américains alors que les capitaux canadiens s'offraient à mener l'entreprise à bonne fin. Le gouvernement fut contraint à revenir sur ses décisions ; il dut assurer à une compagnie nationale une subvention de trente millions trois cent mille dollars (cent soixante-treize millions six cent vingt mille francs) en argent et de cinquante millions d'acres de terres (vingt millions deux cent trente mille hectares) ; mais la com-

pagnie canadienne, n'ayant pu se constituer d'une façon suffisamment forte, dut abandonner les travaux commencés.

Tenu vis-à-vis des nouveaux États, par son traité de 1870, à construire la route dans un délai déterminé, le gouvernement canadien prononça la déchéance de la compagnie concessionnaire et, à partir de 1874, procéda comme pour les travaux publics. Tout fut mis en adjudication, et des marchés furent signés avec diverses entreprises de construction.

Il résulta de cet état de choses que les chantiers furent multipliés



Indiens devenus cantonniers du chemin de fer.

davantage, les points d'attaque plus nombreux. La ligne se composa de tronçons de longueurs variables qui furent joints les uns aux autres. Le travail fut réparti entre un plus grand nombre d'entrepreneurs, et dans des conditions telles que chaque jour gagné sur les délais imposés était reconnu par une prime au profit du constructeur. On obtint par cette méthode une très grande rapidité d'exécution.

Il convient aussi de faire remarquer que dans ces lointaines contrées la nature semble combinée pour faciliter le travail de l'homme. A partir du lac Supérieur jusqu'aux montagnes Rocheuses, c'est-à-dire sur un parcours de treize cent cinquante kilomètres, le passage n'a nécessité, en dehors de ponts pour franchir les cours d'eau, qu'un seul ouvrage



Ottawa. — Vue de la rivière Ottawa, prise de la montée de la Caserne.

d'art : un petit tunnel long seulement de cinquante mètres! Le sol à peine ondulé des grandes prairies canadiennes a une pente encore moins accusée que celui des grandes prairies situées entre Omaha et Cheyenne, sur la ligne du Grand-Central américain.

De Montréal, la ligne suit la grande et importante rivière de l'Ottawa, sur les bords de laquelle s'est concentrée toute l'activité des colons de la province d'Ontario. C'est tout le long de son cours que, depuis de longues années déjà, les vigoureux bûcherons canadiens exploitent à outrance les splendides forêts qui fournissent au commerce du Canada la part la plus importante de ses exportations.

Les esprits prévoyants et sages signalent depuis longtemps les inconvénients inévitables d'une destruction aussi immodérée; ils réclament avec instance une réglementation sévère de la coupe des forêts.

Au-dessus d'Ottawa, capitale politique de la confédération, on traverse les incomparables gisements de fer magnétique de Hulls. Ces mines, plus riches encore que celles de Suède, se composent d'un minerai contenant quatre-vingt-seize pour cent de fer magnétique pur. La puissance de ce gisement à peine exploité n'est pas estimée à moins de cinquante millions de tonnes par les évaluations les plus modérées.

La ligne se rapproche ensuite du lac Nipissing après avoir rencontré Arteprior, Renfre, Pembroke, Rockcliffe, Klock's-Nicles, Mattawa, Calendar; elle longe en partie le lac, qu'elle laisse au sud. Un peu plus loin elle lance un embranchement qui va jusqu'au Saut-Sainte-Marie, lieu de passage très important, à la fois pour la navigation des grands lacs et pour tout le sud du lac Supérieur. Elle poursuit sa route à travers les dernières croupes des Laurentides, et touche en passant presque aux têtes des rivières Moose et Albany, qui se jettent dans la baie d'Hudson. Elle contourne ensuite l'extrémité nord du lac Supérieur, en traversant sur son passage une région favorisée par de grandes richesses minérales; l'argent, le cuivre, le fer, l'or, le plomb s'y rencontrent en abondance. C'est encore dans cette région que sont les fameux gisements de cuivre qui ont fourni aux temps préhistoriques de l'Amérique les nombreux instruments de cuivre que les archéologues ont découverts de tous côtés.

Le tracé s'éloigne de l'important lac Nipigon et touche ensuite au fort William, le poste canadien le plus lointain du lac Supérieur, puis aboutit à Port-Arthur, qui est à la fois le terminus de la navigation sur les grands lacs et la tête de ligne du chemin de fer à travers les grandes

prairies canadiennes. Elle remonte dans la direction du nord-ouest, entre le lac du Chien et celui des Mille-Iles, et laisse au sud la plus grande partie de l'inextricable réseau de lacs et de rivières qui unit le bassin de l'Hudson et celui du Saint-Laurent par le lac Winnipeg.


Vue de « Tête-d'Élan » sur la ligne de Québec à Vancouver.

Quand on arrive à Keewatin, on a franchi, à partir du fort William, vingt-trois stations, dont la dénomination, pour un grand nombre, indique la présence de groupes norvégiens parmi les nouveaux colons : Upsala, Linkoping, Buda, Finmark, sont des réminiscences scandinaves, tout comme Martin, Bonheur, Taché, Bois-Brûlé, Vermillon, qui se rencontrent sur la même section de la ligne, disent que les métis franco-canadiens ont peuplé les territoires qui portent ces noms français.

A Keewatin, la ligne franchit la rivière Winnipeg et gagne la capitale du Manitoba, en remontant la rivière Rouge dans le voisinage de son embouchure.

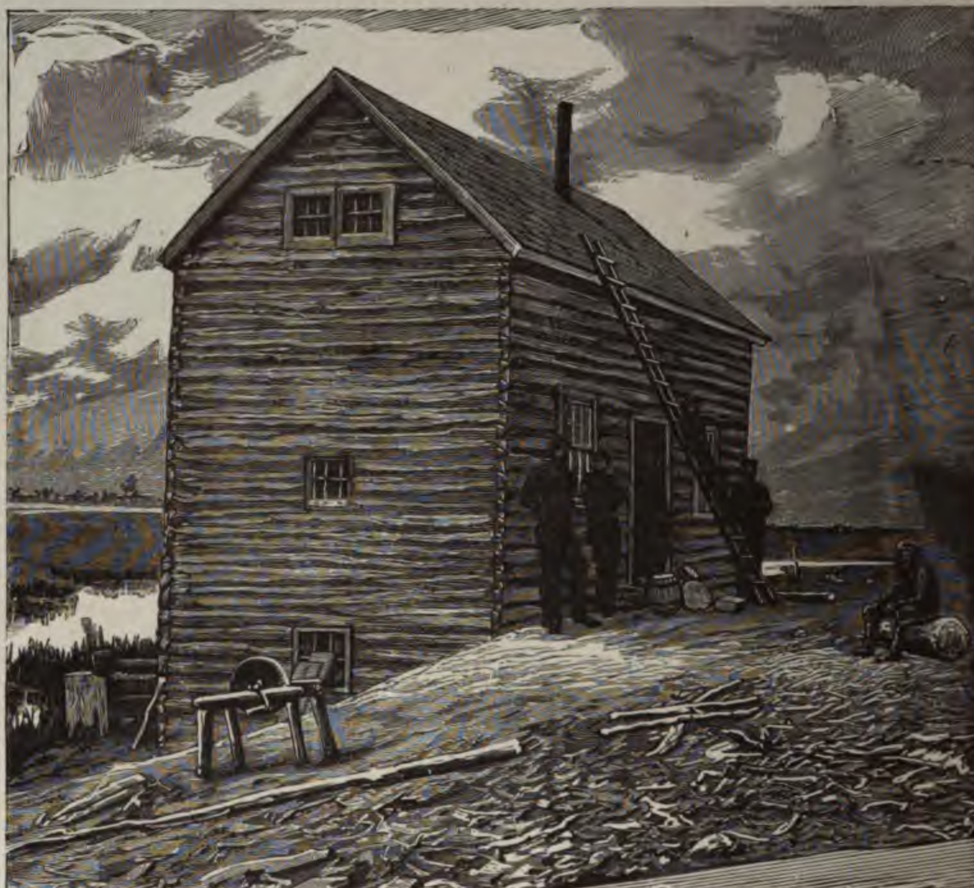
Depuis Port-Arthur, on a quitté le spectacle ordinaire de la vie civilisée pour ne plus la retrouver qu'à Winnipeg, dans le Manitoba. Cet intervalle se franchit en une vingtaine d'heures. Le train roule à travers une région pittoresque et sauvage, coupée de gorges profondes, de marais et d'innombrables petits lacs d'un aspect enchanteur. Çà et là un moulin à vent, chargé d'emplir d'eau une énorme cuve qui lui est adossée, un poste de télégraphe, un humble toit fumant ou un enclos à bétail, trahissent seuls la présence de quelques habitants. Ces villages, malgré les noms pompeux dont nous les avons vus décorés tout à l'heure, sont à l'état rudimentaire : pour le moment, ce sont de simples points d'arrêt où la locomotive fait halte un moment pour se ravitailler et repartir à travers de longues solitudes.

A Winnipeg, on se trouve en pleine société policée. Capitale du Manitoba, centre de résistance des métis révoltés par suite du manque de bonne foi à leur endroit, en 1870 et dernièrement encore, Winnipeg est certainement la ville du nord-ouest dont le développement a été le plus rapide, et celle qui primera dans la région des prairies. Sa population, qui ne dépassait point deux cent cinquante habitants en 1870, s'élève aujourd'hui à plus de trente mille, et ne cesse de s'accroître tous les jours. Sa situation sur la rivière Rouge lui donne une prépondérance considérable; aussi ce lieu est-il devenu tête de ligne de plusieurs embranchements importants. L'un la relie à Selkirk, sur la rive gauche de la rivière Rouge, à son débouché dans le lac Winnipeg; un autre se dirige sur Stonewall, entre les deux lacs Winnipeg et



Calgary. — Vue du nord-ouest.

Manitoba; un troisième, se détachant à La Prairie, s'élance hardiment vers le nord-ouest, à travers les États d'Assiniboine et de Saskatchewan, pour aboutir à Prince-Albert, centre situé dans la fourche formée par la réunion de la Saskatchewan du nord et de la Saskatchewan du sud. Une quatrième ligne rejoint Carmen au sud-ouest, en pleine prairie. Un cinquième embranchement, le plus important de tous, soude la

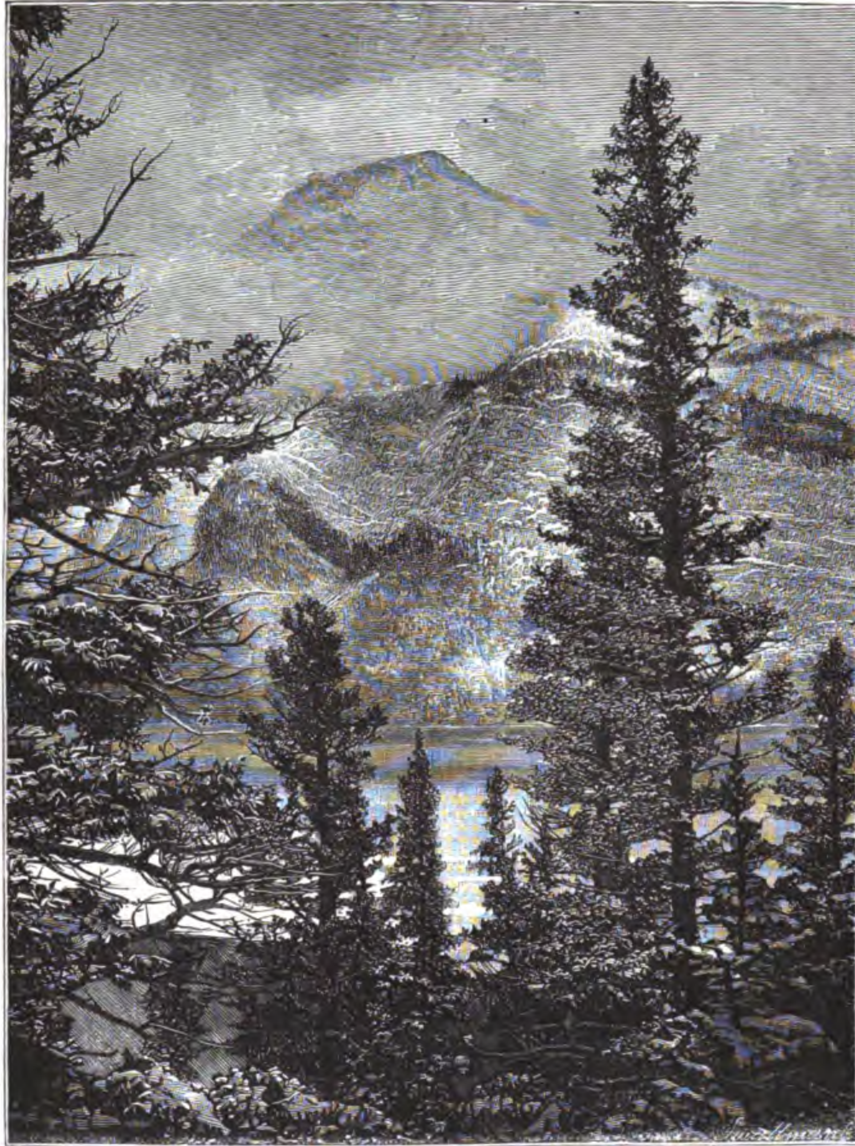


La première maison construite à Souris.

région aux lignes des États-Unis américains, à Saint-Vincent, en suivant la rive droite de la rivière Rouge; c'est la voie d'hiver pour les produits de la grande prairie canadienne. La rive gauche est remontée par un sixième chemin de fer jusqu'à la ligne hypothétique du 48e degré de latitude, adoptée en 1818 pour former la séparation des territoires canadien et américain. Depuis le lac de Bois jusqu'à l'océan Pacifique, la frontière commune se trouve être cette ligne de convention, qui se poursuit immuablement droite; et, idée bien américaine, tout le long de cette frontière, au moins dans la région des prairies, court une voie

ferrée d'une rectitude également immuable, se reliant au chemin de fer de la rive gauche.

Le transcontinental quitte Winnipeg pour s'engager dans l'ouest. A



Une vue de la vallée de la rivière de l'Arc.

ce point le paysage change soudain comme un décor de théâtre : c'est désormais la « prairie », effroyablement monotone, mais dont la vue, au sortir de la contrée qu'on vient de traverser, ne laisse pas que de créer une diversion des plus agréables. Tout autour sans cesse se déroulent maintenant, sur une surface parfaitement plane, des horizons infinis de hautes herbes ondoyant sous le vent par larges flots, avec le

mouvement calme et reposé d'une belle houle sur une mer des tropiques. Et il en est ainsi, en poussant toujours dans l'ouest, sur une étendue de plus de deux cents lieues, c'est-à-dire jusqu'au pied même des montagnes Rocheuses.

Sur les bords de l'Assiniboine, à Brandon, une jonction a lieu avec la ligne de frontière près de la rivière Souris, au sud-ouest. A Regina, un des points importants de la prairie, se détache une ligne secondaire



Chute de Kananasky sur la rivière de l'Arc.

qui se dirige droit au nord et va retrouver Prince-Albert, où aboutit déjà l'embranchement qui part de Winnipeg. Un peu plus haut, à Moose-Jan, une autre voie s'élance dans le nord-ouest en franchissant la Saskatchewan du sud et va au-dessus d'Edmonton, sur la Saskatchewan du nord, formant ainsi toute la base d'un immense triangle dont les côtés sont formés par les deux rivières. A Calgary, en se rapprochant des montagnes Rocheuses, une nouvelle voie monte directement sur Edmonton, où elle retrouve l'embranchement précédent, et se dirige au nord jusqu'à Landing, assise sur l'Athabaska.

C'est à Calgary, à treize cents kilomètres de Winnipeg, que le voyageur aperçoit pour la première fois les montagnes Rocheuses. Au loin,

les cimes neigeuses brillent dans le ciel avec un scintillement d'argent. Le chemin de fer y arrive par une pente qui se fait de plus en plus rapide, en suivant le cours capricieux de la petite rivière de l'Arc, qu'il traverse plusieurs fois, tournant et retournant en tous sens. La vallée se rétrécit considérablement, et le train s'engage dans la passe proprement dite, escaladant plutôt que gravissant une pente d'une inclinaison incroyable, entre deux rangs de montagnes hautes de deux



Le col du « Cheval qui rue ».

mille cinq cents à trois mille deux cents mètres. Arrivé à Canmore, on voit la végétation éclater avec une intensité inouïe. Jusqu'à la zone des neiges, les sapins montent touffus, inextricables, avec l'ardeur de sève des forêts tropicales; de distance en distance, de longues bandes nues et grisâtres marquent le trajet des avalanches.

Plus loin, toute une population de mineurs s'est fixée là, attirée par de riches filons d'argent, d'où le nom de Silver-City (ville d'argent) donné à la localité.

Enfin la ligne touche à Laggan, dernière station avant de franchir la ligne de faite et placée admirablement dans une vallée d'une merveilleuse fertilité. Elle franchit le sommet au point nommé « Upper

kicking horse » (le col du Cheval qui rue), au moyen d'un tunnel long de deux mille trois cents mètres.

Jusqu'au moment où la ligne s'engage dans les défilés des montagnes Rocheuses, les travaux d'art sont inconnus depuis Winnipeg. Sauf quelques ponts de bois nécessaires à la traversée des rivières, on ne rencontre sur ce parcours ni tranchées ni remblais. Le seul travail d'art se voit dans la vallée de l'Arc, et c'est, avons-nous dit, un modeste tunnel long de cinquante mètres seulement.



La « Fin du chemin ».

Le point culminant, placé à un peu plus de dix-sept cents mètres, a été atteint, sauf depuis « the Gap » (la Brèche), par une pente absolument insensible, qui a singulièrement facilité la construction de la voie. Au delà de la passe, le chemin de fer descend rapidement : à trois heures de distance, à la passe de l'Aigle, il n'est plus qu'à six cent douze mètres d'altitude, et seulement à quatre cent soixante-quinze mètres quand il franchit la rivière Colombia, dont la source n'est pas éloignée.

Alors commencent des séries de difficultés inouïes pour la construction, qui semblait jusque-là être dépourvue de toute complication.

Il a fallu lutter avec une opiniâtre énergie contre les obstacles énormes rencontrés à chaque pas dans ces parties de la Colombie, pays très accidenté.

Pour éviter des répétitions fatigantes pour le lecteur, qu'il suffise de savoir, par exemple, qu'entre Emory et Boston-Bar, sur un parcours ne dépassant point trente-quatre kilomètres, il a fallu tailler vingt-six kilomètres dans la roche vive, percer treize tunnels et jeter vingt-deux ponts de grandes dimensions. Dans la dernière section de la ligne, celle



Vue sur le fleuve Fraser.

qui s'étend de Kamloops à Port-Moody, le point terminus, on a été forcé de construire plus de cinq cents ponts et viaducs !

De saillie en saillie et de gorge en gorge, la ligne franchit les monts Selkirk et traverse de nouveau la Colombia, qui les a contournés, avant que ce fleuve ne forme le lac allongé de la Flèche; elle côtoie le lac Shwiswap et rejoint le poste important de Kamloops, en suivant la rivière Thompson jusqu'à Lytton, où ce cours d'eau se déverse dans le Fraser. La nature semble s'être plu à entasser ici obstacle sur obstacle, comme pour s'opposer à l'envahissement de son domaine par l'homme. La contrée où coulent ces deux cours d'eau est remplie de curieuses ter-

rasses qui lui donnent un caractère tout particulier. Elles s'étendent sur un espace de plus de quatre cent cinquante kilomètres. Ce sont des « banquettes », ainsi qu'on les nomme dans le pays, nivelées comme par des terrassiers et atteignant exactement la même hauteur sur les deux rives du fleuve. On dirait de véritables plaines formant plusieurs étages successifs, créés par les curieuses érosions des temps géologiques.

La ligne se glisse ensuite au milieu des cañons au fond desquels le



Vue du cañon du Fraser au-dessus de la mission anglicane.

Fraser s'est ouvert un passage. Jusqu'à Yale, où le fleuve devient navigable, c'est un amoncellement fantastique d'obstacles, où le chemin de fer trace une véritable chaîne d'S. La voie n'est plus qu'une ligne tortueuse, accrochée par des miracles d'équilibre aux flancs du rocher, à cinq ou six cents pieds au-dessus de l'eau, qu'elle surplombe parfois. C'est une succession ininterrompue de ponts, de courbes inquiétantes, de tunnels et de gradins.

La vie est venue s'implanter dans ces contrées, il y a vingt ans, à la suite de la découverte de filons d'or d'une incomparable richesse. Aujourd'hui la récolte de l'or a baissé; mais des centres de population se sont installés, formant auprès des chercheurs d'or, tombés au rang de

simples mineurs, un élément de colonisation qui va toujours croissant.

Une fois à Yale, la voie ferrée, moins embarrassée d'obstacles, court le long du fleuve, dont elle traverse une des baies qui signalent son embouchure dans le golfe de Géorgie; et elle aboutit à Port-Moody, dont l'unique mérite est d'être le point de communication avec Victoria, capitale de Vancouver, située sur l'autre rive du détroit.



Les ranchos indiens et l'entrée du cañon du Fraser à Yale.

La pensée du gouvernement canadien, en adoptant ce tracé, a été de relier le système d'eaux navigables du lac Winnipeg, de la Saskatchewan et de la rivière Rouge avec celles du lac Supérieur, afin d'établir un débouché pour les produits des prairies pendant la saison où la navigation est possible. Lorsque la gelée interrompt les transports par eau, ces mêmes produits ont leur écoulement au moyen de l'embranchement de Saint-Vincent, au sud du Winnipeg, qui relie le transcontinental canadien, vers le milieu de son parcours, avec les lignes des États-Unis.

Cette gigantesque entreprise a été poussée avec une fougue comparable seulement à celle qui arracha, en 1869, tant de cris d'admiration aux citoyens des États-Unis; mais, contrairement à ceux-ci, les Cana-

diens ont poursuivi leur œuvre courageusement, intrépidement, en silence, sans tout ce tapage et ce puffisme qui accompagne trop souvent les œuvres des Yankees. Le 29 juin 1886, le premier train d'inauguration quittait Montréal au bruit des salves de mousqueterie: c'était tout; cent trente-six heures après, il entrait à Port-Moody, ayant traversé tout le continent avec une vitesse moyenne de trente-huit kilomètres à l'heure, ce qui est fort beau pour un train de ce genre.

Indépendamment de son importance pour les immenses territoires qu'elle dessert, cette ligne est aujourd'hui le plus court chemin de l'Europe au Japon; aussi est-il question d'inaugurer prochainement un service rapide, qui ferait en quatre-vingt-dix heures seulement la traversée du continent. Quand ce service sera établi, il ne faudra plus que vingt-huit à vingt-neuf jours pour se rendre des rives de la Mersey à la baie de Yokohama, dans d'excellentes conditions de confort.

Par l'impulsion donnée sur son parcours, les villes déjà existantes ont pris un essor considérable; de nombreux centres se sont formés du jour au lendemain: Calgary, Regina, Silver-City, Laogan, etc. etc., et tant d'autres, à peine figurées sur les cartes les plus récentes, sont des localités nées d'hier. Il ne faut pas leur demander d'offrir au voyageur le spectacle grandiose d'une ville qui compte de longues années d'existence. La plupart n'offrent encore comme monuments que les maisons provisoires en bois qui se sont alignées sur des voies larges et bien tracées, mais où la viabilité fait absolument défaut. Cependant on constate dans beaucoup de ces villes si jeunes une grande activité de construction.

Quant au reste de la route, le long des prairies de l'ouest, il n'existe encore absolument que les petites cabanes des gardiens, qui s'égrènent à intervalles réguliers. Mais pour peu que le mouvement commencé il y a quelques années continue dans les mêmes proportions, ces immenses territoires ne tarderont pas à se peupler.

En tout cas, la province de Manitoba, centre de ce grand mouvement colonisateur, prend chaque jour un accroissement remarquable, dû surtout à la présence de l'élément franco-canadien.

Cet élément est assez important pour contrebalancer l'influence de la race anglo-saxonne, et l'on prévoit le jour, prochain sans doute, où les destinées de la grande confédération canadienne seront réglées par ces fidèles et hardis descendants des colons français auxquels, malheureusement, la mère patrie ne songe pas assez.

LES

PONTS MÉTALLIQUES

Autrefois, sur la terre moins peuplée, l'humanité n'éprouvait pas ce besoin de communications qui caractérise notre époque, et dont la fièvre de la vie moderne a fait une nécessité. Franchir un cours d'eau était une grosse opération, qui s'accomplissait au moyen de ponts de pierre, dont la construction longue, coûteuse, difficile, était le ***summum*** de l'art des constructions.

Les difficultés n'ont pas diminué de nos jours, le mérite des ingénieurs chargés de semblables travaux n'a point décru; mais on délaisse chaque jour davantage cette forme appliquée à l'outillage social; à moins de cas spéciaux, les ponts en pierre tendent à disparaitre des travaux modernes.

Leur art toutefois a su inspirer aux ingénieurs, parmi de nombreux travaux encore récents, des œuvres dignes de la plus réelle admiration. On peut même dire qu'on serait embarrassé pour accorder à l'une d'elles, de préférence aux autres, une supériorité justifiée.

Mais à notre époque de prompte réalisation des idées, de production à bon marché, de prédominance industrielle, on demande aux ouvrages métalliques des services que jusqu'alors on ne songeait pas à exiger d'eux.

Par une foule de considérations que nous ne pouvons examiner ici, les ponts métalliques se substituent chaque jour davantage aux ponts en maçonnerie, et donnent lieu, à leur tour, aux œuvres les plus mé-

ritantes. Leur mode de construction et la nature des matériaux permettent dans leur emploi une hardiesse impossible aux constructions en pierre. Les résultats parlent aux yeux et provoquent alors une admiration mesurée d'ordinaire plutôt aux seules proportions de l'œuvre qu'aux difficultés d'exécution vaincues. Cette erreur d'appréciation, commune d'ailleurs à la masse vulgaire, se reproduit à propos de presque toutes les œuvres dans lesquelles l'ingénieur intervient ; c'est pourquoi l'observateur superficiel se trouve plus aisément entraîné à accorder un mérite supérieur aux ouvrages actuels dont les proportions frappent ses sens.

Ces réserves établies, nous ne faisons que nous conformer au sentiment général en mettant sous les yeux de nos lecteurs deux des œuvres les plus remarquables exécutées pendant ces dernières années : le pont de Kehl, qui relie les deux rives du Rhin près de Strasbourg, et le pont suspendu de Brooklyn, qui représente ce que l'audace, pourtant si grande, des Américains a conçu jusqu'ici de plus hardi.

I

LE PONT DU RHIN

Le pont qui relie les deux rives du Rhin devant Strasbourg est la première œuvre française de cette importance dans laquelle fut employé le fer. A ce titre nous lui donnerions déjà la préférence sur d'autres travaux analogues exécutés depuis et dont les proportions sont bien plus considérables; mais, en outre, le pont de Kehl a présenté la première application du système qui préside aujourd'hui à la construction des piles tubulaires dans la plupart des cas.

L'exécution fut conçue et conduite par un ingénieur français, M. Fleur-Saint-Denis, qui perfectionna en cette circonstance le système de construction dans l'eau avec l'aide de l'air comprimé, système qui eut pour auteur un autre Français, M. Triger.

Le lit du Rhin aux abords de Kehl, point choisi pour réunir la rive badoise à l'autre rive, alors française, est formé d'un fond de gravier mobile atteignant soixante mètres d'épaisseur. Le gravier se déplace à chaque crue, et l'on a reconnu que les sables, dans certains cas, sont affouillés jusqu'à des profondeurs de dix-huit mètres au-dessous de l'étiage.

Or, dans la construction d'un pont, le point capital, l'opération délicate, peut-on dire, ce sont les fondations. Quand le sol sur lequel on compte les asseoir est stable, solide, les affouillements ne sont pas à redouter; mais quand il est mobile, formé de sable, de gravier, de vase ou de lits coulants, les fondations établies sur le plafond de la rivière ne manqueraient pas de glisser, la stabilité générale de l'œuvre ne saurait exister. C'est alors qu'il faut recourir à une série d'artifices dictés

par les circonstances pour rendre au sol la résistance, la fermeté qui lui manquent. Il faut remplacer le plafond mobile de la rivière par un fond immuable, capable de résister aux affouillements et à l'action érosive des eaux.

Le lit du fleuve, à l'endroit désigné pour l'établissement du pont, ne permettait ni l'usage des pieux qu'on emploie d'ordinaire, ni les épuisements; ces moyens étaient insuffisants pour assurer les piles contre les affouillements. Il fallait recourir à des procédés plus efficaces et plus puissants.

M. Fleur-Saint-Denis, ingénieur principal des chemins de fer de l'Est, guidé par M. Vuigner, ingénieur en chef, résolut d'appliquer au pont du Rhin une méthode déjà éprouvée en plusieurs circonstances et qui ne laisse pas que d'être fort originale.

Elle permet d'écarter l'eau du fleuve à peu près comme Moïse écartait les flots de la mer Rouge quand il voulut faire passer les Hébreux. Ici les Hébreux sont les ouvriers chargés de creuser le sol de la rivière, et, s'il n'y a point de prodige à chasser l'eau par le moyen de l'air comprimé, le moyen n'en est pas moins efficace et merveilleux.

Une petite expérience, basée sur les lois de l'hydrostatique, permet de mettre en évidence le principe de l'emploi de l'air comprimé. Si l'on plonge verticalement un tube de verre dans l'eau, on verra le liquide monter dans le tube au même niveau que dans le vase; si l'on souffle ensuite dans le tube, la colonne liquide se déprimera sous le poids de l'air insufflé, et l'eau finira par s'échapper en totalité par la partie inférieure du tube, en la laissant à sec.

La méthode qui fut employée à Kehl est la même, toutes proportions gardées, c'est-à-dire qu'on fit descendre sur le fond de la rivière de grandes caisses de tôle ayant les dimensions des fondations à établir. La partie inférieure de ces caisses étant libre, leur immersion fut facile; quand elles furent remplies d'eau, on y refoula de l'air comprimé, qui, chassant l'eau, laissa l'intérieur du caisson à sec et en permit l'accès aux ouvriers pour y établir les constructions nécessaires.

L'explication théorique de ce moyen, aisée comme celle de tant de théories, n'en laissait pas moins subsister d'énormes difficultés dans la pratique: il fallut, comme on va le voir, toute l'habileté des ingénieurs pour mener à bonne fin cette gigantesque entreprise.

La pénétration d'un sol mouillé à de grandes profondeurs au moyen de l'air comprimé est, nous l'avons dit, un procédé tout français.

Rappelons-le ; car il est bon que l'honneur ne nous en échappe pas, comme il est arrivé déjà si souvent.

L'invention en revient à M. Triger, ingénieur distingué et savant géologue. Peut-être en avait-il puisé l'idée première dans un mémoire où Papin, en 1691, émettait la pensée de bâtir sous l'eau au moyen d'une cloche de laquelle on chasserait l'eau pour la remplacer par de l'air comprimé ; toujours est-il que M. Triger, en ayant fait le premier l'application pratique, est considéré comme l'inventeur du système de fondations par l'air comprimé.



Pont de Kehl. — Vue générale.

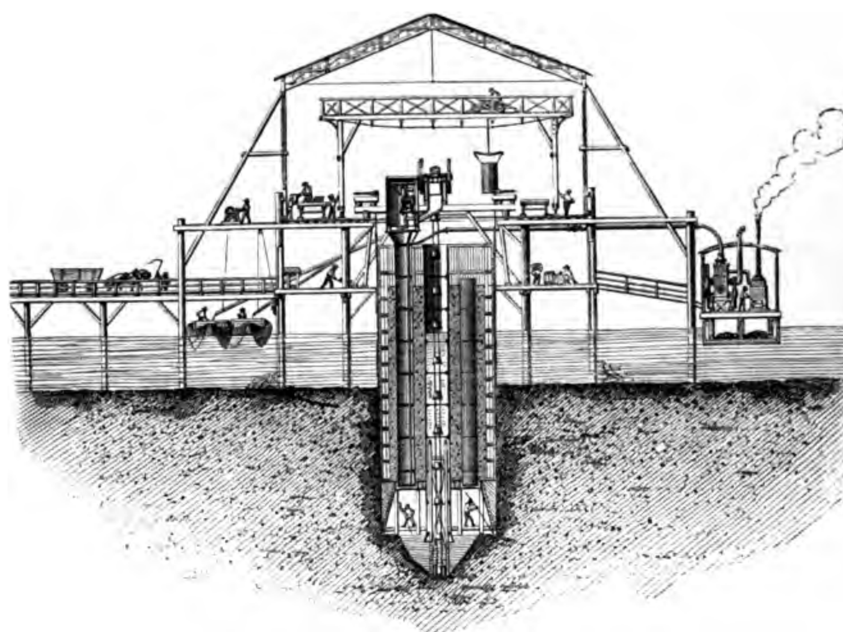
Voici du reste dans quelles circonstances il imagina le procédé qui portera son nom à la postérité.

En 1840, il s'agissait d'atteindre, à Chalonnes, au pied du coteau de la Loire dit la *Haie-Longue*, des terrains anthracifères cachés sous une alluvion de vingt mètres d'épaisseur. Les lits de combustible se prolongeaient jusque sous les eaux de la Loire. M. Triger, qui dirigeait les travaux, eut alors la pensée de renverser la méthode ordinaire et de creuser les puits en refoulant les eaux au lieu de les puiser.

Il fit enfoncer dans le lit même du fleuve un cylindre en tôle de près de deux mètres de diamètre. Le sommet de ce cylindre, fermé au moyen

d'un couvercle, recevait deux tuyaux : l'un amenait l'air refoulé par une pompe, l'autre servait à l'écoulement des eaux qui ne trouvaient pas un passage suffisant par les interstices résultant du contact imparfait du sol et du cylindre.

L'intérieur de celui-ci était séparé en deux parties divisées par un plancher hermétiquement ajusté. La partie supérieure du tube formait une sorte de vestibule d'entrée garni de soupapes. Quand les ouvriers devaient descendre, ils avaient accès par un couvercle qui se refermait sur eux ; une soupape empêchait toute communication du vestibule



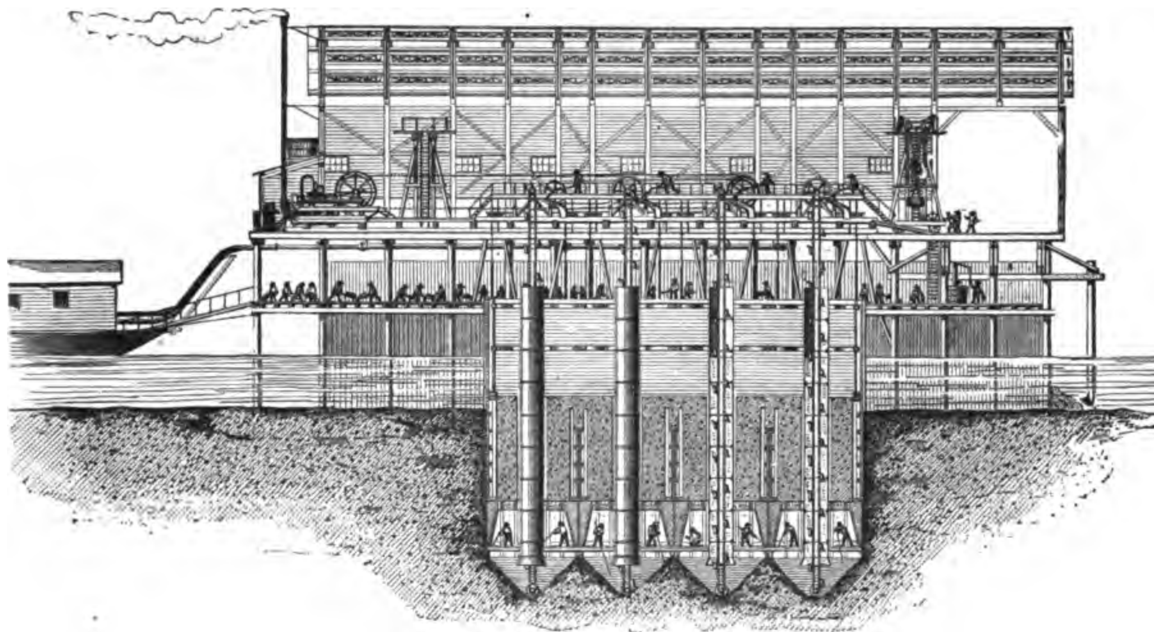
Coupe transversale d'une des piles du pont de Kehl.

d'entrée avec le reste du cylindre, et le couvercle supérieur, n'étant plus appliqué contre la paroi par la pression de l'air, pouvait s'ouvrir sans exiger d'effort. Une fois entré, l'ouvrier refermait le couvercle : la soupape se relevait, la pression s'équilibrait; puis, à l'aide d'une échelle, il descendait jusqu'au fond de la rivière. Il creusait le sol et mettait la terre dans des paniers qu'une grue remontait dans le vestibule d'entrée, d'où, en répétant l'opération de clôture de la partie inférieure du cylindre, on l'envoyait au dehors. Quand les fouilles étaient faites, on remplissait le cylindre de maçonnerie, ce qui le convertissait en une colonne massive d'une extrême solidité.

Mais cet ingénieux système présente deux inconvénients : l'un atteint les travailleurs, l'autre rend difficile l'établissement d'une construction nécessitant une large base.

Les ouvriers appelés à travailler au milieu de l'air comprimé éprouvent une gêne très grande; ils se fatiguent vite et beaucoup. On a même reconnu qu'ils ne peuvent sans inconvénient descendre au delà de vingt-cinq à trente mètres, parce qu'il faut, pour faire contrepoids à l'eau maintenir l'air sous une pression dépassant trois atmosphères. A ce point de compression, il n'est pas possible de résister au malaise qui se manifeste tout de suite.

En prenant les précautions voulues et en limitant la profondeur à



Coupe longitudinale d'une des piles du pont de Kehl.

atteindre, on évite aisément les inconvénients qui se manifestent chez les ouvriers employés à ce genre de travail.

La méthode de M. Triger, appliquée dans une multitude de cas pour des travaux hydrauliques en France, en Angleterre, en Allemagne, en Égypte, laisse subsister une grande difficulté : on ne peut asseoir le corps des piles que sur des colonnes plus ou moins rapprochées, condition gênante et entraînant une grande perte de temps. Il eût fallu recourir de suite à de larges empâtements; mais, la surface de fondation augmentant, les vestibules d'entrée de chaque cylindre n'eussent plus suffi à l'enlèvement des déblais. Il y eut toujours là un point défectueux qui empêcha la méthode Triger de prendre toute l'extension désirable. Mais le perfectionnement apporté par M. Fleur-Saint-Denis lui a permis de répondre à toutes les circonstances.

Cet habile ingénieur vit du premier coup d'œil le défaut du procédé. Il résolut d'y remédier et de plier la nouvelle méthode aux exigences du travail dont il était chargé pour la traversée du Rhin.

Il eut l'heureuse idée de substituer aux tubes de Triger une caisse en tôle, ou plutôt plusieurs caisses reliées entre elles, et sur lesquelles la maçonnerie pouvait s'élever au fur et à mesure de leur enfoncement. En outre, et c'est là le point capital, il réussit à évacuer les déblais du fond, non plus par les vestibules d'entrée, beaucoup trop étroits, mais par un tube qui, plongeant dans l'eau refoulée, émergeait à la surface.

Cette idée ingénieuse de l'extraction directe des déblais résolvait complètement le problème de l'application de l'air comprimé à la fondation de larges surfaces pour les grosses masses de maçonnerie.

On employa de grands caissons en tôle, ouverts par leur partie inférieure, hermétiquement fermés à leur partie supérieure. Ces caissons, qui mesuraient chacun sept mètres de longueur sur cinq mètres trente de largeur et trois mètres quarante de hauteur, étaient soigneusement boulonnés, de solides tirants les garantissaient contre la pression des eaux.

La partie supérieure de chacun d'eux était percée de trois ouvertures circulaires symétriques, auxquelles s'adaptaient trois colonnes creuses. Celle du milieu, d'un diamètre plus grand que les autres, traversait tout le caisson et excédait même le niveau de sa base, de façon à être toujours remplie d'eau, en vertu d'une loi d'hydrostatique connue de chacun. Les deux autres, au contraire, ne pénétraient que d'un mètre dans le caisson, et étaient terminées par des écluses à air qui permettaient à l'air comprimé, introduit du dehors par de fortes machines à vapeur, de repousser l'eau et de l'obliger, par le refoulement, à monter par la colonne du milieu.

Pour immerger ces caissons, dont chacun pesait cinquante mille kilogrammes, on commença par en assembler les pièces diverses sur un échafaudage installé au-dessus de l'emplacement de chacune des piles à construire, puis on les descendit au moyen de verrières. A ce point de l'opération, l'eau s'élevait au même niveau dans chacune des trois colonnes. Alors on refoulait de l'air dans les deux cheminées latérales, qui se vidaient sous la pression de l'air affluant, tandis que l'eau s'échappait par la colonne centrale. Chaque caisson se trouvait ainsi rapidement à sec et était apte à recevoir les ouvriers, qui y descendaient par des sas ou chambres à air.

Pour chacune des piles-culées du pont de Kehl, quatre de ces caissons

furent juxtaposés, solidement reliés l'un à l'autre au moyen de boulons et de barres d'assemblage, puis mis en communication entre eux par de larges ouvertures pratiquées dans leurs cloisons; ils constituaient ainsi une plate-forme, longue de plus de vingt-trois mètres et large de sept, qui allait être descendue au fond du fleuve pour recevoir les soutiens du pont. Les piles du milieu de la rivière se composaient seulement de trois caissons.

Chacun de ces appareils était entouré d'un large plancher servant aux manipulations et aux manœuvres nécessaires; un toit surmontait cet atelier, qui avait de loin l'aspect d'un hangar ouvert.

Dans un bateau solidement amarré le long de cet échafaudage était une machine à vapeur, d'une force de vingt-cinq chevaux, qui mettait en mouvement les pompes chargées de refouler l'air dans les caissons, à raison de trois cent cinquante-cinq mètres cubes par heure. Sur le plancher, un second moteur actionnait une *noria* installée dans la colonne centrale de chaque caisson; les godets de l'appareil plongeaient au milieu de cette colonne, ils y puisaient tous les déblais que les ouvriers repoussaient des autres parties du caisson vers le centre au fur et à mesure qu'ils les détachaient du fond de la rivière. Ces déblais étaient ensuite déversés par un couloir dans un chaland qui les portait au loin.

Malgré son énorme pesanteur, le caisson, repoussé par l'air qui le remplissait, n'aurait pu reposer sur le fond de la rivière s'il n'avait été surchargé de poids suffisants: ces poids se composaient tout simplement de la maçonnerie qu'il devait supporter une fois en place. On établissait cette maçonnerie à l'air libre, sur le plancher supérieur du caisson, lequel descendait progressivement, guidé par des appareils qui le maintenaient d'aplomb ; quand, ainsi surchargé, le caisson atteignait le sable et le gravier, les ouvriers dragueurs, affouillant sans cesse sous les bords intérieurs, créaient un vide, et la masse s'y incrustait par son propre poids. A chaque progrès de pénétration dans le sol de la rivière, on ajoutait une assise, et, quand tout l'appareil parvint à la profondeur voulue, les piles affleuraient le niveau de l'eau.

Lorsque les caissons étaient à vingt mètres au-dessous de l'étiage et bien en place sur le gravier asséché par l'air comprimé, le rôle des ouvriers dragueurs prenait fin. On démontait le tube central, qui n'avait plus d'emploi, puisque les fouilles étaient achevées; on remplissait alors le caisson d'une solide maçonnerie. Cela fait, on démontait à leur tour

les deux tubes adducteurs d'air, dont les vides étaient bouchés avec du béton.

L'ensemble de ces opérations constituait un cube solide, sur lequel on n'avait plus qu'à construire en granit la maçonnerie des piles, assez fortes pour défier les effets du temps.

Le pont du Rhin comprend quatre piles en rivière, séparées entre elles par un espace de cinquante-six mètres. Au delà des deux piles extrêmes se trouvent deux travées de vingt-six mètres chacune, occupées par deux ponts tournants, de telle sorte que le débouché laissé aux eaux du Rhin est de deux cent vingt-trois mètres. La distance totale entre les terre-pleins qui forment les extrémités du pont est de trois cent neuf mètres.

Seules les quatre piles sont fondées par l'emploi de l'air comprimé. Quant aux culées, après avoir dragué plusieurs milliers de mètres cubes de gravier, on a fait glisser dans chaque excavation un immense caisson pouvant contenir tout le béton de la fondation.

Le pont lui-même se compose de trois fermes en treillis, de six mètres de hauteur, entre lesquelles sont placées les deux voies de fer. Ces fermes, de cent quatre-vingts mètres de longueur, pesant chacune plus de deux mille tonnes, ont été amenées sur place au moyen de rouleaux et de treuils. De chaque côté on a ménagé un passage pour les piétons.

Le caractère architectural se ressent de la direction allemande à laquelle on avait abandonné la superstructure du pont. Chaque pile est surmontée d'un double portail gothique flanqué de deux clochetons, sous lesquels circulent les piétons.

Les caissons et les ponts tournants furent construits dans une usine française, à Graffenstad, près de Strasbourg. Ce fut un entrepreneur badois qui construisit le pont fixe.

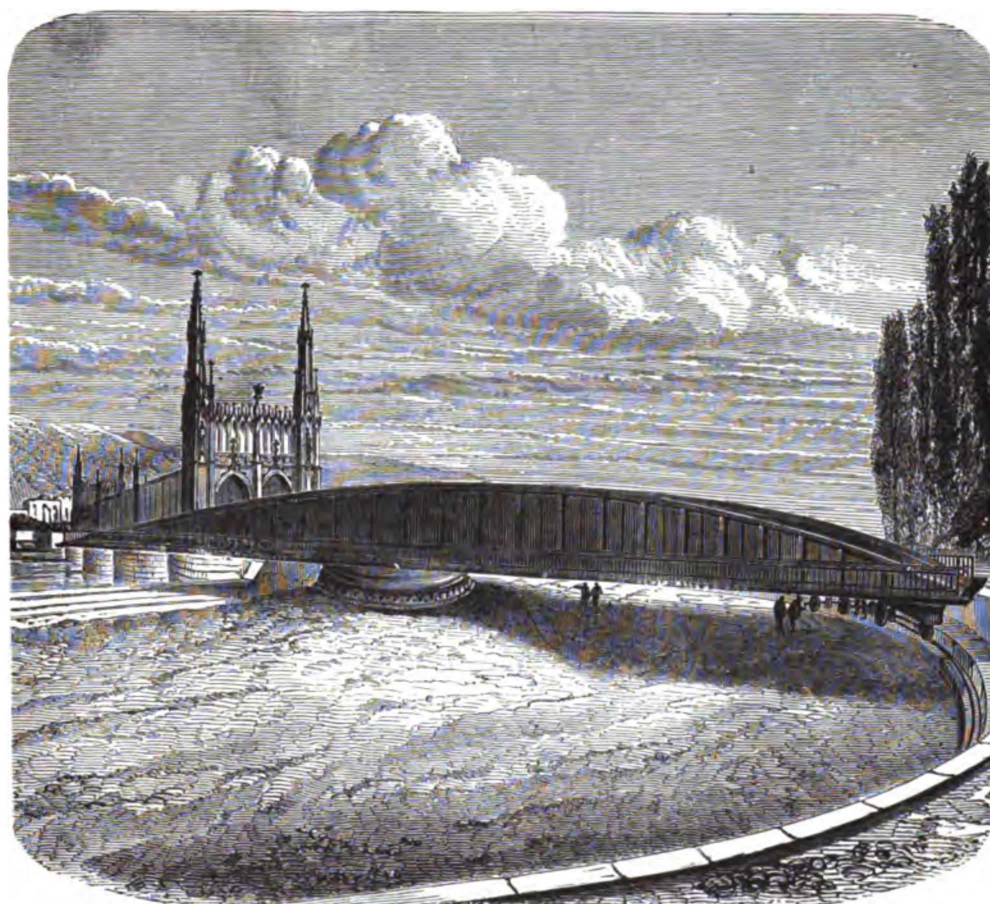
Les deux ponts tournants, au moyen desquels on peut interrompre ou rétablir la circulation sur chaque rive du Rhin, sont en fonte; leurs axes de rotation sont adhérents aux culées. Leur construction a été si bien établie, leur masse est si bien équilibrée, que, malgré leur poids, qui est, pour chacun, de trois cent cinquante mille kilogrammes, il suffit de deux hommes pour les faire manœuvrer.

Nous donnerons une idée de la rapidité avec laquelle les travaux furent poussés en disant que les fondations des quatre piles, commencées en mars 1859, étaient complètement achevées à la fin de décembre de la même année, et que, le 6 avril 1861, on procédait à l'inaugura-

tion du pont. On a donc mis à peine deux ans pour mener à bonne fin ce travail vraiment considérable, dont le coût a été de huit millions de francs.

Les essais auxquels donna lieu la réception de cette œuvre montrèrent à quel point de perfection elle avait été amenée.

On commença par faire passer, à des vitesses variables, un premier



Pont de Kehl. — Pont tournant.

train composé de cinq locomotives pesant chacune trente-cinq mille kilogrammes avec son tender, ce qui représente une charge de cent soixante-quinze mille kilogrammes et une pression de dix-sept cents kilogrammes par mètre courant de rails.

Un autre train, comportant quinze wagons remplis de pierrailles et traîné par une locomotive, fut amené en sens contraire et stationna pendant plusieurs heures au milieu de la travée centrale. Puis les deux trains, marchant en sens contraire, passant et repassant à toutes allures, finirent par s'arrêter à côté l'un de l'autre.

Ensuite deux autres trains, composés de cinq locomotives, passèrent également sur chacune des voies du pont tournant et du pont fixe, en marchant de front et en stationnant successivement sur chacun des ponts tournants et sur chacune des travées. La charge était alors de six mille kilogrammes par mètre courants.

Enfin, comme suprême épreuve, on fit avancer quatorze locomotives remorquant quatre-vingts wagons. Cet énorme train, qui représentait un poids de neuf cent soixante mille kilogrammes, fit diverses évolutions et stationna sur plusieurs points. Sous cette écrasante pression, équivalant à huit mille kilogrammes par mètre courant, le tablier ne fléchit que de vingt millimètres.

Pendant ces divers essais, les flexions observées furent en moyenne de huit à dix millimètres; la plus forte flexion notée fut de vingt millimètres. Après l'expérience, le tablier s'est relevé de treize millimètres, en sorte que, finalement, la dépression produite par ces diverses épreuves n'a été que de sept millimètres.

En raison de l'importance du travail, on résolut de donner un éclat tout particulier aux fêtes de l'inauguration. Au banquet qui réunissait à cette occasion les représentants les plus éminents de la science, de l'industrie et de la presse des deux rives du Rhin, les toasts les plus chaleureux furent portés de part et d'autre en évoquant le symbole de paix.

En répondant aux souhaits portés par notre grand ingénieur Perdonnet, le ministre des travaux publics du gouvernement grand-ducal, croyant devoir renchérir encore sur les sentiments de concorde et d'union exprimés par son interlocuteur, terminait ainsi son discours:

« Ce pont que nous avons construit avec du fer ne reliera pas seulement la France au grand-duché de Bade, mais à la patrie allemande tout entière; car, à l'époque où nous sommes, le fer ne doit plus servir à forger des glaives, mais à souder des liens pacifiques et indissolubles entre toutes les nations. »

L'année 1870-71 a montré suffisamment comment ces mêmes Badois, moins de dix ans après, et malgré leurs belles déclamations, entendaient la fraternité des peuples.

II

LE PONT DE BROOKLYN

Grâce à ses treize cent mille habitants, grâce à son admirable port, qui absorbe à lui seul plus de la moitié du commerce des États-Unis avec le reste de l'univers, New-York est de beaucoup la ville la plus considérable du nouveau monde.

A côté de cette immense métropole, dont elle est séparée par le canal maritime d'East-River, existe une seconde ville, Brooklyn, à laquelle une population de près de six cent mille âmes assigne un des premiers rangs dans l'Union américaine. C'est le seul exemple au monde de deux cités aussi importantes, qui soient aussi rapprochées l'une de l'autre. Leur population s'accroît avec une étonnante rapidité, et tout laisse à penser qu'un jour viendra où les deux cités, fusionnant leurs intérêts, ne formeront qu'une seule et même ville dont partie serait sur la rive droite et partie sur la rive gauche de la rivière de l'Est. On conçoit dès lors que les relations entre ces deux villes soient des plus actives et nécessitent des moyens d'une puissance particulière.

La communication se faisait jusqu'alors en *ferry-boats,* sortes de bacs à vapeur, dont il existait plus de soixante lignes différentes, faisant exclusivement la traversée du fleuve. Constamment en mouvement, n'arrivant à la rive que pour repartir cinq minutes après, fonctionnant de jour et de nuit, ces bâtiments finissaient par constituer une gêne et un danger perpétuels pour la navigation si active de New-York. En outre, les brouillards, les tempêtes ou les glaces interrompaient parfois tout commerce entre ces deux centres si mouvementés. Les bacs à va-

peur étaient devenus insuffisants; néanmoins on ne pouvait augmenter leur nombre, déjà trop grand. Un pont allant d'une rive à l'autre s'offrait comme le seul moyen d'assurer les communications des deux villes.

Le problème à résoudre comportait de grandes difficultés : il fallait jeter un passage sur un bras de mer mesurant neuf cents mètres de largeur, et n'apporter cependant aucune entrave à la navigation; il fallait encore que les plus grands navires pussent passer sous le pont avec leurs mâts élevés et leurs voiles déployées.

Heureusement que des conditions topographiques toutes spéciales venaient servir des projets de ce genre.

La presqu'île de Manhattan, où est bâtie New-York, forme le dos d'âne; une pente douce s'abaisse de l'arête centrale vers la mer, qui l'entoure. Brooklyn est également située sur la déclivité d'une colline bordant la rivière de l'Est, qui sépare New-York de l'île Longue. Cette disposition donnait la facilité d'arriver au niveau du pont sans rampes trop longues ou trop accentuées.

C'est à un riche propriétaire de Brooklyn, M. William Kingsby, que revient tout le mérite de cette œuvre gigantesque. Il en conçut seul l'idée, mûrit son projet, détermina les points que le pont devait relier, fit faire à ses frais les études nécessaires, et quand il fut certain que l'entreprise était vraiment réalisable, la fit aboutir jusqu'à l'exécution. Il saisit le parlement des demandes d'autorisation nécessaires et constitua la compagnie d'exploitation.

En janvier 1867, la législature de l'État de New-York autorisait la formation d'une société pour construire le pont de Brooklyn. Dès le mois de septembre suivant, l'ingénieur John Rœbling, l'illustre auteur des fameux ponts suspendus sur le Niagara et à Cincinnati, présentait un rapport appuyé de plans et de devis.

Un pont rigide était impraticable à cause de l'énorme distance à franchir sans point d'appui; il eut donc encore recours à un tablier suspendu dans l'espace. Mais les conditions étaient ici particulièrement difficiles; l'habile ingénieur s'en est tiré en associant la résistance offerte par les poutres métalliques à celle fournie par des câbles de suspension et des haubans fixés aux piles.

Ses plans et devis, adoptés par les plus éminents ingénieurs de l'Amérique, furent sanctionnés par une commission gouvernementale technique, qui se borna à relever à cent trente-cinq pieds au lieu de cent trente au-dessus des hautes marées la hauteur du tablier.



La rivière de l'Est sous le pont de Brooklyn.

Ces opérations préliminaires accomplies, une compagnie se constitua au capital de vingt-cinq millions, avec faculté d'augmentation. Les travaux commencèrent aussitôt en l'année 1867, mais l'inauguration de cet immense travail n'eut lieu qu'en 1883, ce qui sembla fort long aux Américains, gens très pressés, comme chacun sait, de voir mises à exécution les idées qu'ils ont conçues. Cependant l'opération marchait aussi rapidement que possible et gardait la très grande faveur de la population.

Mais l'opinion publique, inquiète de voir passer entre les mains de l'industrie privée les immenses bénéfices qui devaient résulter de son exploitation, réclama le retour de l'entreprise à l'État. En 1874, sur la proposition même de la compagnie concessionnaire, le pont devint une propriété publique, dont le prix d'établissement incomba pour un tiers à New-York et pour deux tiers à Brooklyn.

Au cours des travaux, les plans et devis primitivement établis par John Rœbling ont été modifiés en prévision de l'accroissement rapide des transactions entre les deux villes.

D'ailleurs, John Rœbling ne vécut pas assez pour voir poser la première pierre de l'œuvre qui devait être le couronnement de sa magnifique carrière. Durant l'été de 1869, comme il était occupé à déterminer sur place la position définitive de la pile de Brooklyn, il eut le pied écrasé entre deux bateaux; seize jours après, il succombait à une atteinte de tétanos.

Il eut un digne successeur en la personne de son fils, Washington Rœbling, ingénieur également distingué, qu'il avait depuis longtemps associé à tous ses travaux et en particulier aux études du pont de Brooklyn. Mais, pas plus que son père, Washington ne put voir achevée l'œuvre commune; il fut enlevé, au mois de décembre 1871, par ce qu'on nomme la *maladie du caisson,* maladie produite par l'action de l'air comprimé sur les centres nerveux, et qui se traduit par une paralysie partielle ou complète et des douleurs névralgiques intenses.

Considérée dans son ensemble, l'œuvre des Rœbling se présente ainsi :

Le pont de Brooklyn est à trois travées. La portée du milieu a une longueur de quatre cent quatre-vingt-six mètres; celles du rivage mesurent deux cent quatre-vingt-trois mètres. La grande travée franchit le fleuve d'un seul bond; les deux autres viennent se rattacher à l'extrémité d'une série d'arcades en pierre qui vont en diminuant graduellement d'élévation jusqu'à ce qu'elles rejoignent le sol au sommet

de Brooklyn et de New-York. De chaque côté de la rivière de l'Est se dressent les deux immenses piles qui supportent le poids du pont. Elles s'enfoncent au-dessous du fond de la mer jusqu'à trente mètres de profondeur et s'élèvent de quatre-vingt-quatre mètres au-dessus des hautes eaux. A la hauteur de trente-six mètres, la maçonnerie se subdivise en trois masses séparées par deux arches ogivales, larges de dix mètres et hautes de trente et un mètres. Sur ces piles, construites



Perspective du pont près d'une des piles et passage des voitures.

en granit, dont chacune cube plus de trente-six mille mètres et représente un poids de cent millions de kilogrammes, viennent reposer quatre câbles métalliques d'un diamètre de quarante-huit centimètres, composés chacun de cinq mille deux cents quatre-vingt-deux fils d'acier épais de trois millimètres. Longs de mille quatre-vingt-dix mètres, leur poids total est de trois cent cinquante-trois mille six cents kilogrammes, et on évalue à onze millions trois cent quatre-vingt mille kilogrammes le poids que chacun peut porter. Six poutres métalliques appartenant au tablier et deux cent quatre-vingts haubans, attachés aux piles, sont destinés à diminuer la charge des câbles.

Le tablier, entièrement construit en acier, a vingt-six mètres de

large. Il porte cinq voies parallèles. Au milieu est une passerelle surélevée destinée aux piétons; de chaque côté, une ligne ferrée à l'usage exclusif des tramways, car les chemins de fer ne traversent point le pont de Brooklyn; enfin deux voies carrossables existent sur les côtés et permettent chacune l'accès de deux voitures de front.

La longueur totale de l'ouvrage est de dix-huit cent vingt-cinq mètres.

Ce magnifique ouvrage fut livré à la circulation le 24 mai 1883, et



Le pont vu de la rive près d'une de ses extrémités.

aujourd'hui, moyennant un *cent* (cinq centimes), chacun peut contempler le magnifique panorama se déroulant du haut de ce gigantesque édifice.

Le touriste qui veut jouir de ce coup d'œil unique s'élève jusqu'au sommet des immenses piles au moyen d'un escalier minuscule accolé le long de la construction. Une fois au sommet, il découvre tout New-York avec son océan de toitures, d'où surgissent çà et là, comme autant de récifs, quelques monuments plus élevés. L'Hudson enlace la ville de ses ondes étincelantes au soleil; puis viennent les mâtures des vaisseaux ancrés à Jersey-City, et Jersey-City elle-même, avec son amphithéâtre de collines perdues dans la brume. Au-dessous, tout le long de

la rivière de l'Est, s'allongent les quais de New-York, dont les mâts les plus élevés ne semblent pas se dresser plus haut que les épis d'un champ de blé. De l'autre côté de l'eau, qui scintille à cent mètres au-dessous du spectateur, s'élève la cité sœur, laquelle empiète de plus en plus sur les riantes campagnes de l'île Longue.

C'est quand on se retrouve sur la terre ferme qu'on se rend un compte plus exact de la grandeur de l'œuvre, de la hardiesse téméraire qui a osé l'entreprendre, et de la puissance de volonté, d'intelligence et de génie qui a permis de l'accomplir. C'est ce qu'on reconnaîtra après l'exposition sommaire des phases par lesquelles est passée la construction du pont de Brooklyn.

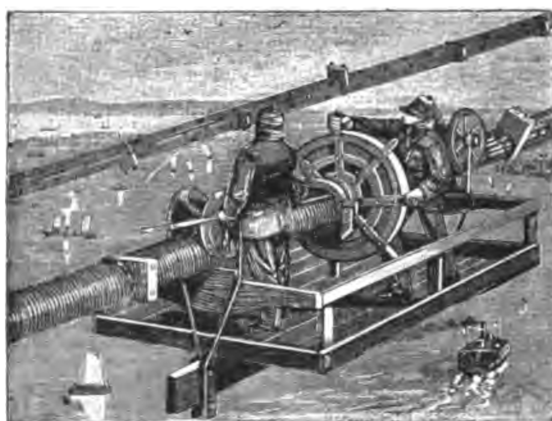
Les piles ont été construites à l'aide de caissons assemblés à terre, puis amenés sur place; chacun avait trente et un mètres de large et cinquante-deux mètres de longueur sur deux cent soixante-dix de hauteur. Conformément aux méthodes usitées dans la construction des piles par le moyen de l'air comprimé, ces caissons flottants recevaient la maçonnerie, dont le poids les faisait peu à peu enfoncer jusqu'à venir reposer sur le lit de la rivière. Avant de recevoir les assises de maçonnerie, le dessus fut chargé de quinze couches horizontales de madriers en pitch-pin ayant plus de trente centimètres d'équarrissage et dont les interstices furent remplis de goudron. Les parois latérales du caisson vont en s'amincissant vers le sol et sont encastrées dans un sabot en fonte à arête tranchante. De chaque côté, on avait ménagé deux puits à large ouverture pour le service des déblais. L'entrée et la sortie des ouvriers dans le caisson, où il se trouvait toujours plus de deux cents travailleurs à la fois, s'opéraient par deux chambres d'air où l'équilibre de pression atmosphérique était obtenu avec certitude, rapidité et sécurité.

Au fur et à mesure de la descente du caisson dans la rivière, la maçonnerie était établie sur sa surface jusqu'à ce qu'il eût atteint le lit solide sur lequel il devait reposer. L'enfoncement d'une pareille masse, opération des plus difficiles et des plus périlleuses, était réglé d'une façon rigoureusement mathématique et par des moyens d'une simplicité enfantine.

L'immense caisson était supporté par six cloisons verticales transversales, assises sur des cales en bois reposant sur le sol à la distance de soixante centimètres. Lorsque le terrain était déblayé à une profondeur suffisante, on enlevait la moitié des cales en les dégageant par-

dessous. Le poids se trouvant alors reporté sur la moitié seulement des cales, la pression exercée sur les cales restantes était doublée, et la pile descendait d'une certaine quantité en rapport avec la résistance du terrain, à peu près vingt-cinq millimètres à chaque opération. On nivelait le sol, on replaçait les cales enlevées et on retirait les cales précédemment restées, ce qui donnait lieu à une nouvelle descente. Quant aux inégalités de terrain et à la résistance des pierres, le sabot du caisson et le poids énorme de la masse en avait aisément raison.

Une fois bien en place, chaque caisson fut rempli d'un ciment hydrau-



Appareil employé pour le revêtement des câbles.

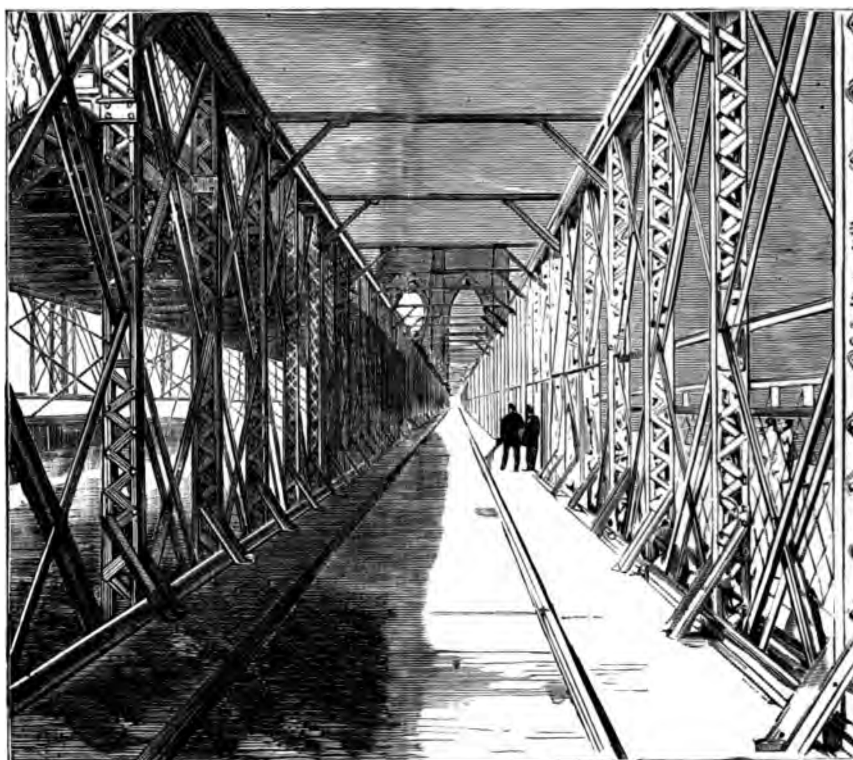
lique d'une extrême dureté, qui le rend solidaire du roc sur lequel il repose.

On estime que, malgré le pilonnage énergique de ce remplissage, le poids de la construction ne porte pas encore tout entier sur sa base, mais que, dans un temps relativement court, l'écrasement des supports en bois amènera ce résultat. Quant à la conservation du bois, elle n'est pas douteuse, l'expérience ayant prouvé depuis longtemps que le bois soustrait à l'action de l'air est, autant dire, incorruptible et qu'il dure autant que la pierre elle-même.

Ce fut seulement au bout de treize mois de travail assidu que les ouvriers purent quitter le fond de la rivière, du côté de Brooklyn. Un événement curieux retarda de deux mois le remplissage de ce caisson. Le feu y prit, et il fallut inonder tout l'appareil pour éteindre l'incendie. Cet accident, si étrange qu'il puisse paraître, est toujours à craindre dans une atmosphère composée d'air comprimé; on est tenu aux plus grandes précautions, car, à la simple pression de deux atmosphères, une chandelle qu'on éteint en la soufflant se rallume d'elle-même, tant

l'air est oxygéné dans un pareil milieu. L'incendie occasionna une dépense supplémentaire de un million sept cent cinquante mille francs, tant par suite des avaries que par l'obligation où l'on se trouva de doubler de fer l'intérieur du caisson, afin d'éviter le retour de pareils accidents.

La pile du côté de New-York, placée sur un fond sableux, exigea les plus grands efforts; il fallut la descendre jusqu'à vingt-quatre mètres



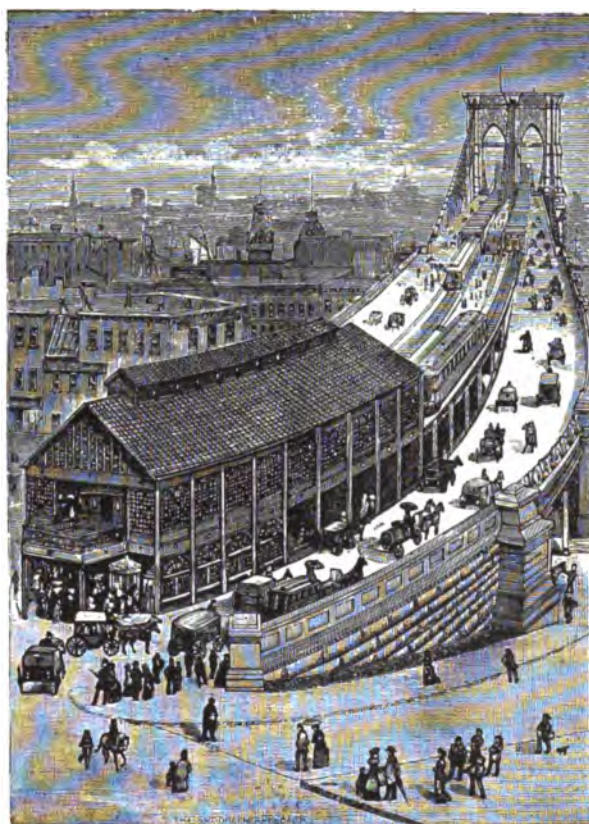
Perspective d'une des voies de tramways.

au-dessous du fond du canal, ce qui contraignit à travailler à une pression plus élevée qu'à la pile de Brooklyn, et rendit l'entreprise bien plus pénible pour les ouvriers qui y furent employés.

Les quatre câbles géants qui supportent le tablier sont amarrés à chaque rive dans des massifs de granit formant culée; le poids de chacun de ces massifs atteint soixante mille tonnes. Les câbles sont fixés à des chaînes d'acier qui pénètrent dans chaque massif en décrivant un quart de cercle, et vont se rattacher par l'autre bout, à une plaque d'amarrage en fonte d'une construction spéciale, et dont le poids est de vingt-trois tonnes.

Les câbles, au nombre de quatre, se composent, ainsi que nous

l'avons dit, de plus de cinq mille fils d'acier. Pour les réunir d'une manière satisfaisante, ces cinq mille fils ont été divisés en dix-neuf câbles secondaires ayant chacun soixante-quinze millimètres de diamètre et renfermant deux cent soixante-dix-huit fils. De distance en distance, ces faisceaux sont cerclés par une ligature; puis les dix-neuf câbles secondaires sont réunis en un seul au moyen d'une hélice en solide fil d'acier, dont chaque spire touche la précédente.



Une station de tramways à l'entrée du pont.

Chacun des câbles a été construit sur place, vu l'impossibilité de transporter une pareille masse et de tendre un aussi formidable engin.

Les câbles secondaires sont formés d'un écheveau continu de trois cent vingt kilomètres passant, d'ancrage en ancrage, deux cent soixante-dix-huit fois sur les culées. La plus grande difficulté consistait à établir le premier fil entre les deux piles isolées au milieu de la rivière, à cause de la grande portée et de la circulation incessante de la navigation.

Le premier fil fut placé au fond de la rivière, puis on dut attendre l'instant favorable pour le hisser rapidement en le tendant à l'aide de

machines à vapeur. Un second fil fut placé de la même manière; on les réunit ensuite pour en faire une corde sans fin qui pouvait recevoir un mouvement de va-et-vient à l'aide de la machine même qui avait servi à le hisser.

Cette première communication une fois établie, elle fut inaugurée de la façon la plus originale. Le 25 août 1876, le chef mécanicien des travaux se lançait dans le vide, suspendu aux premiers fils, invisibles pour les témoins éloignés, lesquels ne pouvaient comprendre comment cet homme, aéronaute d'un nouveau genre, se trouvait planer dans l'espace, ballotté au gré du vent. Il faut reconnaître que ce voyage original et hardi était bien de nature à surprendre les spectateurs et à enflammer le courage de tous les collaborateurs de l'œuvre. La population, enthousiasmée, transforma ce voyage en une excursion triomphale.

La première communication établie, le reste devint relativement facile : on dévidait les fils au moyen de chariots suspendus par des poulies sur les câbles déjà tendus. A chaque retour du fil aux amarrages, il venait s'enrouler sur un œillet à gorge, qui le maintenait immuable jusqu'à complet enroulement des deux cent soixante-dix-huit brins composant chaque faisceau secondaire.

La vraie difficulté de ce travail consistait surtout dans le réglage des câbles, les variations atmosphériques ayant une action considérable sur le résultat : le soleil, l'ombre, le froid, le chaud, la pluie, le vent, tout modifiait incessamment l'état des matériaux; aussi ne pouvait-on travailler au réglage des câbles qu'avant le lever et après le coucher du soleil, ou pendant les jours couverts ou brumeux.

Commencés en juin 1877, la pose et le réglage des câbles durèrent quinze mois pleins; chaque jour on posait à peu près quarante fils; or les quatre câbles en comportent ensemble plus de vingt et un mille.

Pour décharger les câbles principaux et pour diminuer les oscillations verticales, on a disposé un certain nombre de petits câbles ou haubans en acier partant des piles et allant, jusqu'à cent vingt mètres, se rattacher de distance en distance aux traverses du tablier.

Tout cet appareil de suspension soutient le tablier du pont, dont la travée centrale pèse à elle seule six mille sept cent quarante tonnes; en y ajoutant la charge qu'elle peut supporter, soit treize cent quatre-vingts tonnes, on obtient un poids de huit mille cent vingt tonnes, sur lesquelles douze cents sont supportées par les haubans seuls. Si l'on aug-

mente ce poids de celui des deux travées riveraines, on trouve que chaque câble est soumis à une traction de onze mille sept cents tonnes; mais comme la charge de rupture est de quarante-neuf mille deux cents tonnes, c'est-à-dire que comme il faudrait une tension égale à celle produite par un poids de quarante-neuf mille deux cents tonnes pour le rompre, il se trouve que chaque câble est soumis à peine au quart du travail qu'il peut supporter.

Quant au tablier, il est tout en acier; il mesure vingt-six mètres de largeur; il est divisé en cinq voies, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment. Il se compose de poutres en treillis croisées à angle droit, dont les six principales ont leurs extrémités appuyées directement sur les piles et sont supportées, sur toute la longueur, par les quatre gros câbles au moyen de pièces de suspension.

Ce tablier est loin d'être horizontal. Il figure un angle très ouvert dont le sommet est placé à plus de quarante et un mètres au-dessus des hautes eaux, et dont les côtés vont en s'abaissant très sensiblement jusqu'aux extrémités de l'ouvrage.

Afin de laisser aux phénomènes inévitables de contraction et de dilatation du métal tout le jeu désirable, on a ménagé des parties glissantes dans les assemblages. Pour garantir les rails contre les mêmes effets, on a fendu leur extrémité et supprimé la moitié, de chaque côté, sur une certaine longueur; de cette façon les parties conservées peuvent glisser l'une contre l'autre.

La traction des tramways se fait par le système funiculaire actionné au moyen de machines fixes placées à chaque extrémité du pont. Les tramways employés sont de longues voitures, du même modèle que celles en usage sur les chemins de fer aériens, et dans lesquelles quarante à cinquante voyageurs trouvent place.

L'éclairage est fourni par l'électricité, cela va sans dire.

Les voitures et les chevaux payent un droit de passage; quant aux piétons, le péage est réduit aux dernières limites du possible, et finira sans doute par être supprimé.

Disons, pour terminer, que l'honneur d'accomplir la première traversée du pont, après son achèvement, a été accordé à la veuve de l'ingénieur Washington Rœbling, qui avait été longtemps associée aux travaux de son mari. Lorsque ce dernier tomba malade, Mme Rœbling étudia l'art de l'ingénieur, malgré l'aridité offerte par de semblables études, et elle devint bientôt capable de comprendre son mari, puis,

plus tard, de lui succéder. L'œuvre que les Américains appellent, non sans raison, une des merveilles du XIX[e] siècle, a été achevée sous sa direction. L'honneur fait à M[me] Rœbling n'est donc qu'une justice rendue au mérite et au talent de cette femme courageuse.

Il nous reste à ajouter qu'un accident terrible attrista l'inauguration du pont de Brooklyn. Au moment où la foule, évaluée à cinquante mille personnes, se trouvait massée sur le pont, une panique vint à se



Perspective du milieu vers l'extrémité du pont.

produire. Jamais on ne découvrit la cause de l'événement, mais on l'attribua à une bande de pick-pockets qui s'étaient entendus afin de profiter du désordre pour exercer plus fructueusement leur coupable industrie. Il résulta une pression tellement formidable du côté de New-York, qu'un grand nombre de personnes furent écrasées ou grièvement atteintes. Quand on put se reconnaître, on releva quinze morts et plus de quatre-vingts blessés, dont quelques-uns succombèrent à leurs blessures.

Enfin on aura une idée approximative de l'utilité du pont de Brooklyn par le relevé de la circulation dès les premiers jours de sa mise en service.

Les recettes faites au guichet constatent le passage de cent quarante mille personnes le lendemain de l'inauguration. Celles du jour suivant indiquent quatre-vingt-dix mille voyageurs; le dimanche qui suivit l'inauguration, le nombre des passants s'éleva même à deux cent cinquante mille.

Un service de surveillance incessante est également organisé afin de pouvoir procéder immédiatement aux réparations nécessaires. De plus, à des époques déterminées, une commission d'ingénieurs procède à une vérification des conditions physiques et chimiques de toutes les parties métalliques du pont. Une de ces dernières inspections a amené la constatation d'un fait curieux; c'est que toutes les pièces et les câbles eux-mêmes du pont se sont aimantés. Le magnétisme induit de la terre y a été fixé par les secousses auxquelles ces pièces sont soumises pendant qu'elles sont sous l'influence magnétique.

C'est d'ailleurs la confirmation du fait très connu en physique que, si on martèle ou si on manie un morceau de fer de façon à produire des vibrations dans sa masse, il s'aimante. On se rappelle également que l'acier est plus apte encore à acquérir cette propriété; or les vibrations produites par l'immense circulation du pont expliquent très suffisamment le phénomène constaté.

Chose remarquable et qui exerce en ce moment la sagacité des électriciens, c'est que les pièces ainsi aimantées ont toutes leur pôle sud à leur partie inférieure.

LE

CUIRASSÉ *L'INFLEXIBLE*

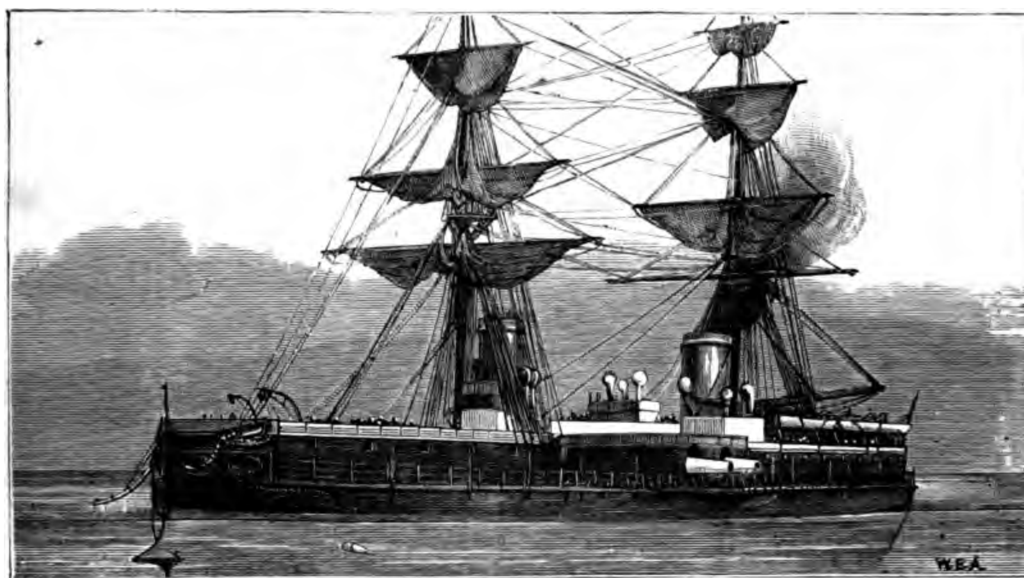
Depuis l'époque, récente encore, où les diverses nations du monde semblent vouloir se disputer la prépondérance maritime, la science des ingénieurs s'est appliquée sans relâche à produire des engins de jour en jour plus formidables, d'une puissance tellement étendue, qu'on se demande à bon droit où s'arrêteront ces progrès dans les moyens de destruction employés dans les guerres actuelles.

Sans aborder le fond de la question, rappelons seulement que c'est actuellement une lutte curieuse entre les engins offensifs et les engins défensifs. L'artillerie devient de plus en plus écrasante; les blindages qu'on leur oppose soit sur les navires, soit dans les travaux de terre ferme, paraissent devoir braver les projectiles les plus monstrueux. Nul ne peut dire à qui appartiendra le dernier mot.

L'attaque, qui semble devenir moins efficace malgré ses efforts, cherche encore sa voie; pour mieux dire, elle en poursuit deux: la rapidité des mouvements, au moyen de navires animés d'une grande vitesse et remplaçant la lourde artillerie par ces terribles engins qui vont, guidés entre deux eaux comme par une invisible main, porter contre les flancs de l'ennemi des charges de matières explosibles qui produisent les résultats les plus désastreux. La seconde méthode consiste dans l'emploi de navires formidables par leurs dimensions, leur armement et leurs moyens de défense, qui les transforment en véritables citadelles flottantes.

C'est dans cet ordre d'idées, qui a fourni aux ingénieurs un si vaste champ d'applications, que nous allons choisir l'exemple le plus frappant de ce que l'industrie, appliquée aux choses de la guerre, a produit de plus étonnant.

Jusqu'à ces dernières années, c'était la France qui possédait dans le vaisseau *l'Amiral-Duperré* la machine de guerre la plus perfectionnée. Mais les Anglais, avec lesquels nous luttons depuis plusieurs années à armes égales pour l'importance de la marine cuirassée, ont voulu avoir



Vue d'ensemble de l'*Inflexible*.

le dernier mot. Ils ont construit l'*Inflexible,* monitor de mer, qui est certainement le cuirassé le plus curieux que l'on puisse visiter.

Ce navire est surprenant à tous les points de vue; car, voulant utiliser, pour la navigation aussi bien que pour le combat, les découvertes les plus récentes de la science, ses constructeurs l'ont pourvu de tant de machines diverses, qu'il est en quelque sorte une exposition mécanique.

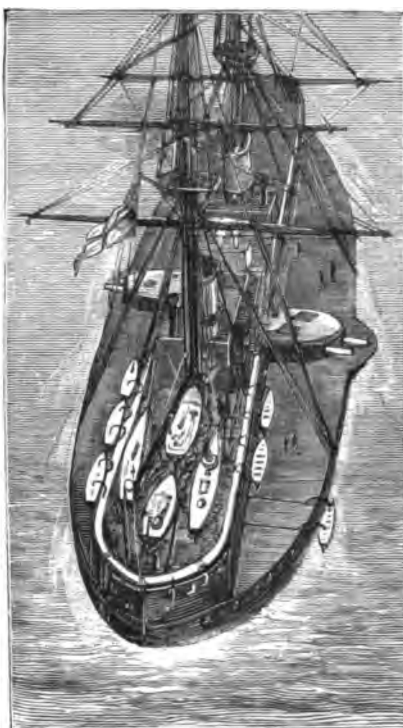
Commencé à Portsmouth, en 1874, au mois de février, l'*Inflexible* a été lancé dès le mois d'avril suivant; néanmoins il n'a été achevé qu'en 1881, et il a servi pour la première fois dans l'expédition d'Égypte de 1882.

Diverses causes ont entravé la rapidité de son armement.

A la suite des expériences faites à la Spezzia sur la perforation des cuirasses de divers systèmes par le canon italien de cent tonnes, la

supériorité des cuirasses mixtes en fer et acier avait été reconnue. Avant de blinder les tourelles de l'*Inflexible,* les ingénieurs voulurent attendre les résultats d'expériences comparatives faites sur des plaques d'acier et des plaques mixtes de fer et d'acier. Les plaques mixtes ayant donné des résultats bien supérieurs, on les adopta pour le cuirassement des tourelles.

Une autre cause de retard fut la lenteur apportée par les autorités de



L'*Inflexible* vu à vol d'oiseau.

Woolwich à déterminer le calibre, les dimensions de la chambre, la nature et le poids des charges des canons de quatre-vingts tonnes; or la connaissance de ces éléments était indispensable pour l'établissement des soutes à poudre. En outre, on fut très longtemps avant de livrer les canons, ce qui empêchait l'installation des tourelles.

D'autre part, l'*Inflexible* étant un navire conçu dans des données nouvelles dont presque chacune posait un problème, l'amirauté anglaise, très partagée d'opinion sur la valeur des innovations proposées, ne voulait se prononcer qu'après des expériences concluantes. Il fallut donc tout d'abord étudier et résoudre les nombreuses questions soulevées par l'exécution de ce nouveau type de navire.

Même dans son aspect, l'*Inflexible* ne se présente pas de la même

façon que les navires à tourelles ordinaires. Qu'on se figure une lettre H placée sur la coque d'un bâtiment de guerre, et l'on aura une idée assez exacte de l'aspect du vaisseau vu à la distance de quelques kilomètres.

La lettre est formée par les deux tuyaux et la passerelle qui règne entre eux. Elle est d'autant plus visible, qu'elle est peinte en jaune, tandis que le reste du navire est peint en noir. Les tourelles, qui ressemblent à de gigantesques fromages, se trouvent au-dessous de la barre horizontale de l'H. En dehors des barres verticales de l'H, pro-



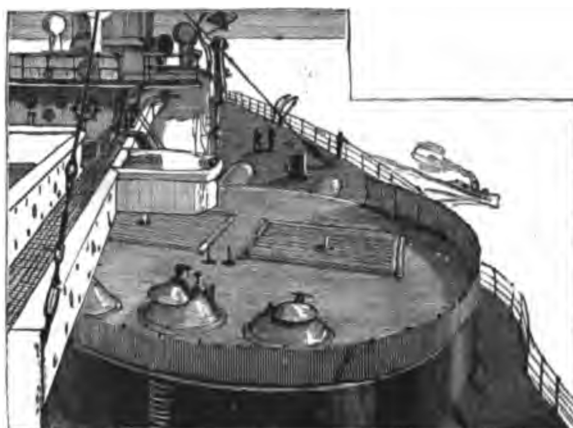
Les deux tourelles et le pont supérieur vu de l'avant.

duites par les cheminées, sont plantés deux mâts, les seuls que possède le navire : un grand mât, haut de cinquante-huit mètres, et un mât de misaine, haut de trente-six mètres. Ces mâts servent seulement pour l'exercice et pour l'enlèvement des embarcations, mais ils modifient d'une façon heureuse l'aspect du navire.

Il a quatre-vingt-dix-sept mètres de longueur sur près de vingt-trois de large. De loin, il ressemble assez, comme type de navire, à un brick gigantesque ; de près, il rappelle plutôt les batteries flottantes américaines. Il doit d'ailleurs en jouer le rôle ; car, en action de combat, la mâture et tout le gréement disparaissent : il ne reste plus qu'un monitor blindé offrant les moyens offensifs les plus puissants qu'on connaisse, une résistance énorme, et ne pouvant, quoi qu'il arrive, tomber au pouvoir de l'ennemi.

L'*Inflexible* est construit tout en fer et porte deux tourelles tournantes excentrées. L'étrave est droite; l'arrière, élancé, rappelle de profil la forme des arrières-carrés. Au milieu, un réduit long de trente-deux mètres et occupant toute la largeur du navire contient les deux tours. Le pont des gaillards est formé par le prolongement du pont de ce réduit, à l'avant et à l'arrière duquel les œuvres mortes du navire rentrent pour mieux dégager le tir des tours. En somme, la coque se trouve placée très bas sur l'eau, comme dans tous les monitors.

A trois mètres au-dessus du pont du réduit se trouve la passerelle du commandant, laquelle contourne une cheminée d'aérage placée au



Vue prise au-dessus d'une tourelle vers l'avant du pont : les canons et les vigies des tourelles.

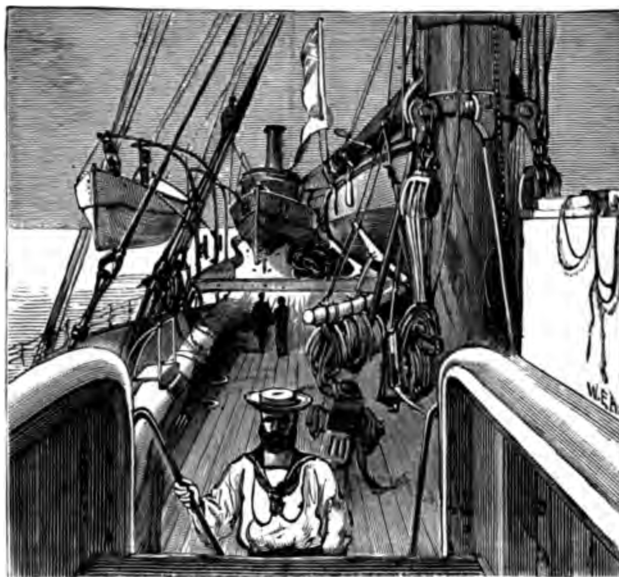
centre et qui se prolonge en deux parties longitudinales passant, l'une sur l'avant et au-dessus de la tour de tribord, l'autre sur l'arrière et au-dessus de la tour de bâbord.

Par leur situation excentrée, flanquant les deux cheminées, les tourelles peuvent se servir de leur artillerie en chasse ou en retraite sans se gêner réciproquement.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, l'*Inflexible* n'est pas entièrement cuirassé : la cuirasse de ceinture ne règne que sur la longueur du réduit; elle descend à un mètre quatre-vingt-trois au-dessous de l'eau, et sa hauteur totale est de quatre mètres quatre-vingt-dix. Son épaisseur *maxima* est de soixante et un centimètres, en deux plans. L'avant du réduit est protégé de même, et l'arrière est garni de plaques un peu moins épaisses. Le pont du réduit porte une cuirasse de soixante-seize millimètres d'épaisseur; de plus, au niveau du champ inférieur de la cuirasse, un autre pont, blindé également à soixante-seize milli-

mètres, s'incline légèrement à l'avant et rejoint la pointe de l'éperon. En dehors du réduit, des panneaux cuirassés sur toute la hauteur de la batterie donnent accès dans la cale.

Quant aux tourelles, elles sont protégées par des plaques de quarante centimètres, atteignant même, entre les sabords, l'épaisseur de quarante-trois centimètres. Elles sont ainsi composées : à partir de l'extérieur, une plaque en acier de quatre-vingt-quinze millimètres, puis une plaque de fer épaisse de cent trente-cinq millimètres, enfin



Aspect de tribord, à l'arrière, vu du pont supérieur.

une seconde plaque en fer de cent soixante-dix millimètres, qui atteint deux cents millimètres entre les sabords.

La réduction de l'épaisseur du blindage de la tourelle par rapport à celui de la citadelle est due à cette double considération que, les plaques mixtes étant beaucoup plus résistantes, on pouvait leur donner une épaisseur moindre pour obtenir la même protection et économiser du poids, ensuite que l'affût adopté dispensant d'un nombre considérable d'hommes pour la manœuvre du canon, un projectile pénétrant par hasard dans la tourelle n'y produirait que des effets restreints.

Le poids de la cuirasse seule est évalué à près de cinq cents tonneaux. Le reste du navire n'a point paru nécessiter de protection spéciale. Selon l'usage adopté dans les récentes constructions maritimes, les machines et les soutes aux munitions sont isolées au milieu du navire et entourées des soutes à charbon, qui constituent une excellente protection.

L'artillerie se compose de quatre canons de quarante centimètres pesant chacun quatre-vingts tonneaux et se chargeant par la bouche,



Vue intérieure d'une tourelle : les canons de 80 tonnes braqués aux sabords.

de huit canons pour les saluts et signaux, et de huit canons mitrailleuses des systèmes Nordenfeld et Gatling.

Les canons armant les tourelles (deux à chacune) sont portés sur des affûts hydrauliques et manœuvrés par des appareils également hydrauliques. Les machines à écouvillonner et à charger sont placées à deux endroits fixés en dehors des tourelles, sous le pont blindé et à l'abri de la citadelle. En outre, des dispositions d'une extrême simplicité, n'ayant d'égale que leur grande puissance, ont permis de supprimer, pour ainsi dire, le châssis de l'affût et son frein. Après chaque coup, les énormes pièces sont amenées à la position de chargement par l'effet combiné et utilisé du recul.

Ces pièces colossales mesurent huit mètres quinze centimètres de longueur, et leur culasse n'a pas moins d'un mètre quatre-vingt-trois centimètres de diamètre. L'obus ordinaire qu'elles envoient mesure quatre-vingt-quinze centimètres de haut et pèse sept cent soixante et onze kilogrammes. Pour l'envoyer, il faut une charge de poudre de deux cent quatre kilogrammes, que l'on divise en plusieurs parties.

Chaque pièce est approvisionnée de quatre-vingts coups, ce qui forme un total de deux cent quarante-six tonneaux de projectiles et de soixante-quatre tonneaux de poudre.

Ces provisions sont emmagasinées à l'avant et à l'arrière du pont blindé, dans des soutes desservant chaque tourelle directement, et disposées en compartiments dans lesquels les projectiles sont rangés les uns par-dessus les autres.

Le chargement se fait en dehors des tourelles, la volée reposant sur le pont à l'aplomb des passages et à l'abri d'un masque vertical; l'opération est assez ingénieuse pour être décrite.

En face de chacun des compartiments où sont logés les projectiles est un treuil fixé le long de la muraille. Après que le projectile a été soulevé à l'aide de ce treuil, il est amené sur une civière dont la base est inclinée au même degré que le canon. On fixe alors à la base de l'obus un obturateur en cuivre dont le rôle est de supprimer le vent et de cintrer le projectile; cette opération est accomplie mécaniquement. En même temps, la charge de poudre, amenée à l'aide d'un chemin de fer jusqu'à la porte de la soute aux obus, est placée sur la civière au-dessus du projectile. Cela fait, un ascenseur hydraulique élève le tout jusqu'au pont supérieur, en face de la bouche de la pièce. Cette manœuvre s'accomplit en pesant sur un levier; un deuxième levier met en jeu un refouloir à télescope, qui pousse la charge de poudre et revient immédiatement en arrière; l'ascenseur hydraulique présente

alors le projectile, qui est introduit par un deuxième coup du refouloir, dont la hampe porte une marque servant à indiquer que la charge est rendue.

Avant de recharger la pièce, quand elle a fait feu, il faut l'écouvillonner : cette opération se fait avec le refouloir, dont la tête porte un bouton ou une saillie; ce bouton, appuyé au fond de l'âme par une pression de trois cents livres, fait ouvrir une soupape qui laisse échap-



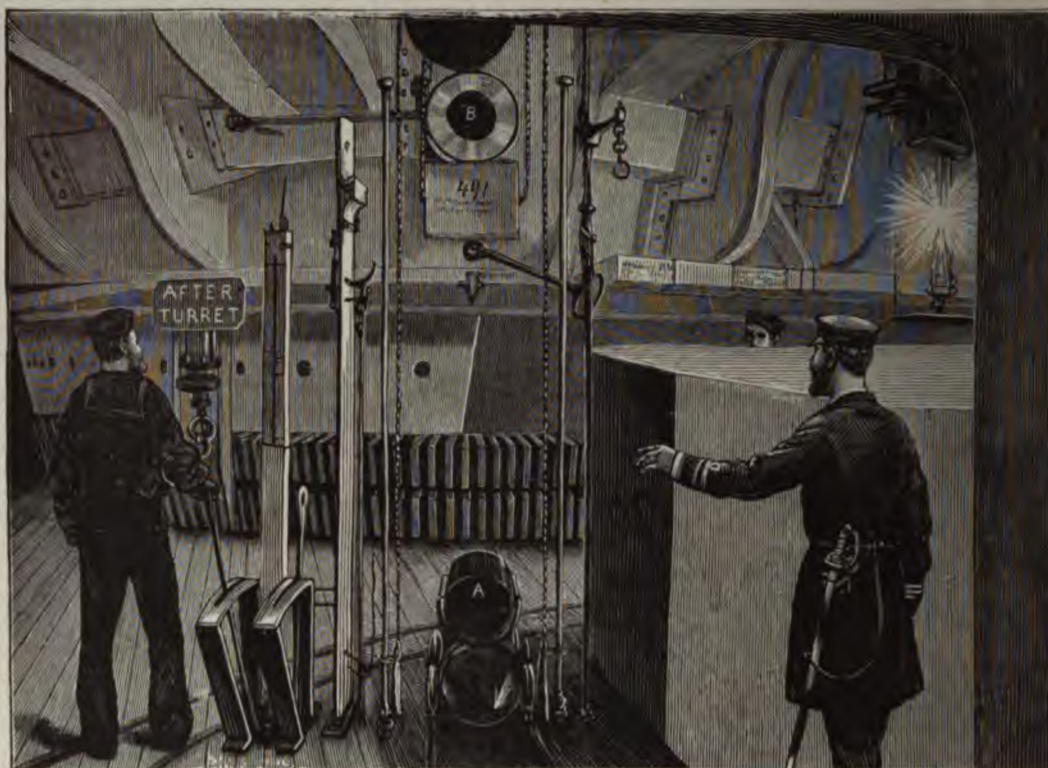
Une des mitrailleuses Nordenfeld et son bouclier.

per un jet d'eau froide; cette opération est donc automatique. Pendant le refoulement de la charge, le bouton du refouloir entre dans un creux ménagé dans le tampon ou valet placé sur le projectile.

Les machines sont presque innombrables à bord de l'*Inflexible*. Les machines propulsives qui actionnent les deux hélices indépendantes peuvent développer ensemble une force de douze mille cent cinquante chevaux. A l'avant et à l'arrière, outre les moteurs principaux, se trouvent : deux machines hydrauliques pour la mise en mouvement de chaque tourelle et des canons, la machine du cabestan, celles qui actionnent les tubes destinés au lancement des torpilles Whitehead au-dessous de l'eau (ces tubes se meuvent l'un dans l'autre au moyen d'air com-

primé), les pompes de compression et accumulateurs servant au chargement des torpilles, les machines distillatoires produisant l'eau douce, celles qui assurent la distribution de l'eau dans les diverses parties du navire; enfin l'éjecteur servant à pomper l'eau des compartiments étanches et qui rejette l'énorme quantité de quatre mille cinq cents tonnes d'eau par heure.

On compte encore la machine à vapeur pour le servo-moteur du

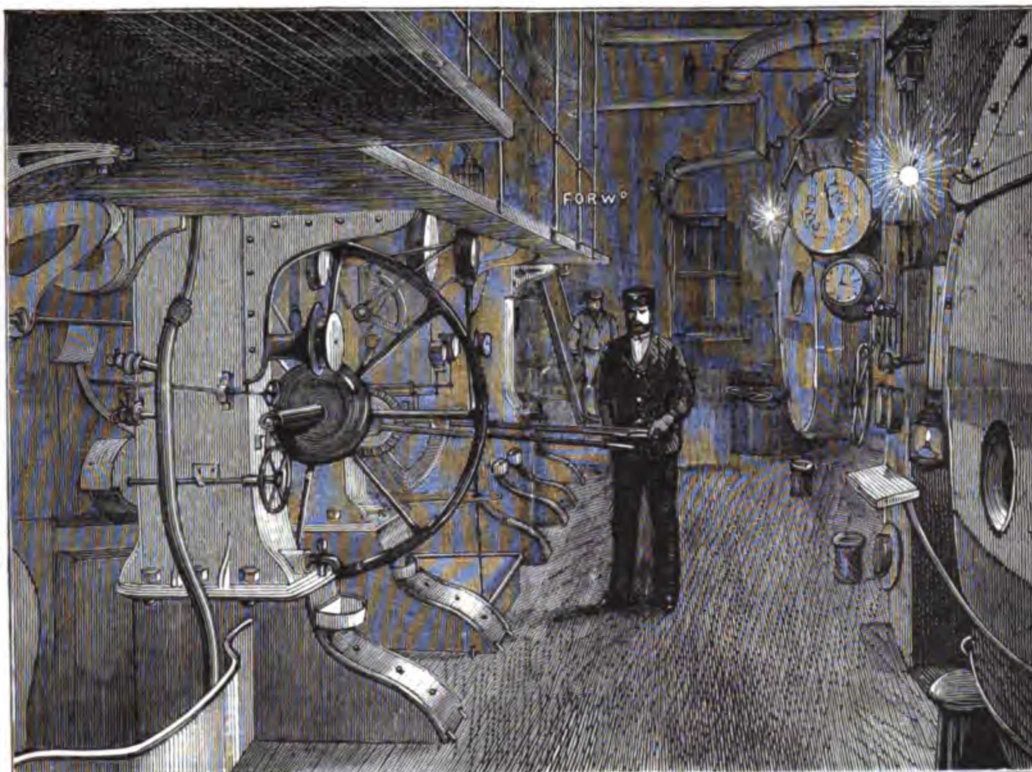


Intérieur d'une tourelle au-dessous du pont. — Système de chargement des pièces.

gouvernail, la pompe hydraulique à main, la barre de gouvernail et l'attirail qui s'y rapporte, une machine électrique Brush et son moteur pour éclairer pendant le combat les parties obscures du bâtiment. Une autre machine Gramme, avec son moteur particulier, est exclusivement employée à la protection contre les attaques des torpilleurs pendant la nuit. Si nous ajoutons à cette énumération les nombreux appareils hydrauliques servant à la manœuvre des canons, nous pouvons dire que l'*Inflexible* ressemble plus à un atelier de machines qu'à un navire.

Un intérêt spécial s'attache surtout au remarquable système hydraulique servant à la manœuvre des canons de quatre-vingts tonnes. Ce

système, expérimenté à bord d'autres navires de la marine britannique, n'avait jamais encore été installé d'une façon aussi complète et aussi générale qu'à bord de l'*Inflexible*. Ce qui caractérise son emploi sur ce navire, c'est qu'il est appliqué à toutes sortes d'usages, et que la vapeur ne sert qu'à faire fonctionner les pompes d'accumulation. Les tourelles et les canons sont manœuvrés uniquement par la force hydraulique.



Chambre des machines.

Ces tourelles, dont nous avons donné la substance, forment la partie essentielle de l'*Inflexible*. Leur situation excentrée double en quelque sorte la puissance de leur redoutable artillerie, puisqu'elles peuvent utiliser ensemble toutes leurs pièces, leur tir ne se gênant point réciproquement. Mais leur système de manœuvre est une des choses les plus intéressantes qu'on puisse voir à bord de l'*Inflexible*. La pression hydraulique est fournie à chaque tourelle par une pompe d'accumulation complètement abritée contre tout accident de combat et développant cent soixante-dix chevaux, qui mettent en mouvement deux machines hydrauliques pour chaque tourelle.

La pression exercée sur les pistons hydrauliques est de plus de cin-

quante-deux kilogrammes par centimètre carré. Il ne faut qu'une minute pour faire accomplir une révolution complète à cette tourelle, dont le poids n'est pas inférieur à sept cents tonneaux. Cette manœuvre, qu'on ralentit à volonté, s'accomplit avec une uniformité chronométrique, et la machine qui l'exécute sert en même temps de frein pour s'opposer au mouvement de la tourelle par l'action du roulis. Comme l'on a voulu parer à toutes les éventualités possibles, chacune des pompes d'accumulation est assez puissante pour la manœuvre des deux tourelles à la fois, bien que chaque tourelle ait son moteur et son mécanisme indépendant; enfin, des pompes à bras sont établies en prévision d'une avarie possible de la pompe à vapeur d'accumulation.

L'*Inflexible* se signale encore par un certain nombre de particularités, car il semble avoir été, dans la pensée de ses ingénieurs, comme un résumé de tous les perfectionnements possibles appliqués à un navire.

On a supposé le cas improbable où son armement et sa cuirasse rencontreraient une force d'attaque supérieure, et, en admettant même qu'il fût vaincu, l'*Inflexible* ne pourrait tomber entre les mains de l'ennemi, car on le ferait couler bas en quelques minutes. Il suffirait d'ouvrir mécaniquement quatre cent quatre-vingt-cinq valves et les cloisons étanches disposées spécialement à cet effet; l'opération n'exigerait pas plus de dix-huit minutes. On pourrait même réduire ce délai à quatorze minutes si l'on avait le temps de jeter les ancres et de déboucher les trous par où se lancent les torpilles, dont le magasin est à fond de cale.

Ce formidable navire est un engin d'attaque et de défense tout à la fois, car il lance des torpilles Whitehead, non seulement au moyen de tubes placés à trois mètres au-dessous de la ligne d'eau, mais encore au moyen d'un appareil tout spécial de lancement par-dessus la superstructure du navire. Cet appareil consiste en un trépied de fer dont la branche centrale est plus courte que les deux autres. Il repose sur le pont de la citadelle au moyen de ses deux jambes; à la troisième branche est suspendue la torpille. A un signal donné, le sommet du trépied bascule; en même temps, la torpille, rapprochée de l'eau, s'échappe automatiquement et se dirige vers le but en s'enfonçant à la profondeur pour laquelle elle est réglée.

Une invention destinée à modérer le roulis a encore été appliquée à bord de l'*Inflexible:* un compartiment situé au-dessous de la surface

de la mer et dont la partie inférieure est sous la quille, à près de sept mètres, s'étend vers le milieu du navire, d'un bord à l'autre. Cet emplacement reçoit le nom de « chambre à eau ». On y introduit soixante tonneaux d'eau, qui occupent la moitié du vide mélangé. Le navire roulant plus vite que la masse d'eau, celle-ci agit d'abord comme contrepoids, puis, quand le bâtiment se redresse, elle produit l'effet d'un tampon qui l'empêche de trop rouler sur l'autre bord. Malgré la crainte exprimée par quelques critiques de voir les cloisons défoncées par les chocs répétés d'une masse aussi pesante, cette disposition paraît n'avoir produit jusqu'ici que de bons effets.

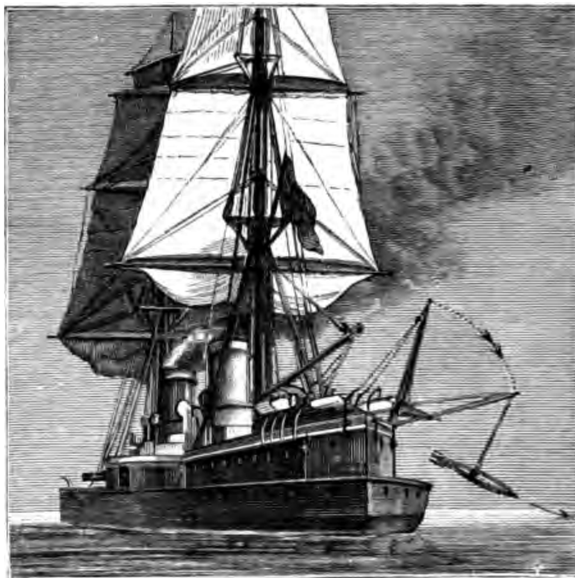
Une autre des principales particularités de l'*Inflexible* est ce qu'on nomme la tourelle de veille du commandant. Pendant le combat, le commandant se tient, avec un officier, dans une tourelle placée au-dessus de la superstructure et à l'intérieur de laquelle se trouve une cuirasse en croix qui se compose de deux plaques de fer de cinquante-cinq centimètres d'épaisseur posées de champ et se coupant à angle droit. La plus longue des deux plaques a trois mètres de long et est placée dans le sens de la largeur du bâtiment.

Le commandant peut se tenir dans l'un ou l'autre des quatre angles formés par la croix, mais son regard parcourt tout l'horizon au moyen d'embrasures horizontales trop étroites pour laisser passer aucun projectile. De là il peut,



Lancement d'une torpille Whitehead au moyen des tubes pneumatiques.

tout en surveillant la mer, gouverner, faire tourner les tourelles, exécuter le tir des grosses pièces, lancer des torpilles submergées, soit en tournant une petite roue, soit en pressant un bouton électrique, soit en abaissant un léger levier; en même temps il peut communiquer au moyen de porte-voix avec toutes les parties du bâtiment. Dans chaque angle de la croix les installations sont précisément les mêmes et sont disposées pour le même but, de sorte que le commandant peut se mettre à l'abri dans un autre angle s'il se trouve exposé dans celui



Lancement d'une torpille du haut du pont.

qu'il occupe et posséder en même temps les mêmes moyens d'action sur son navire.

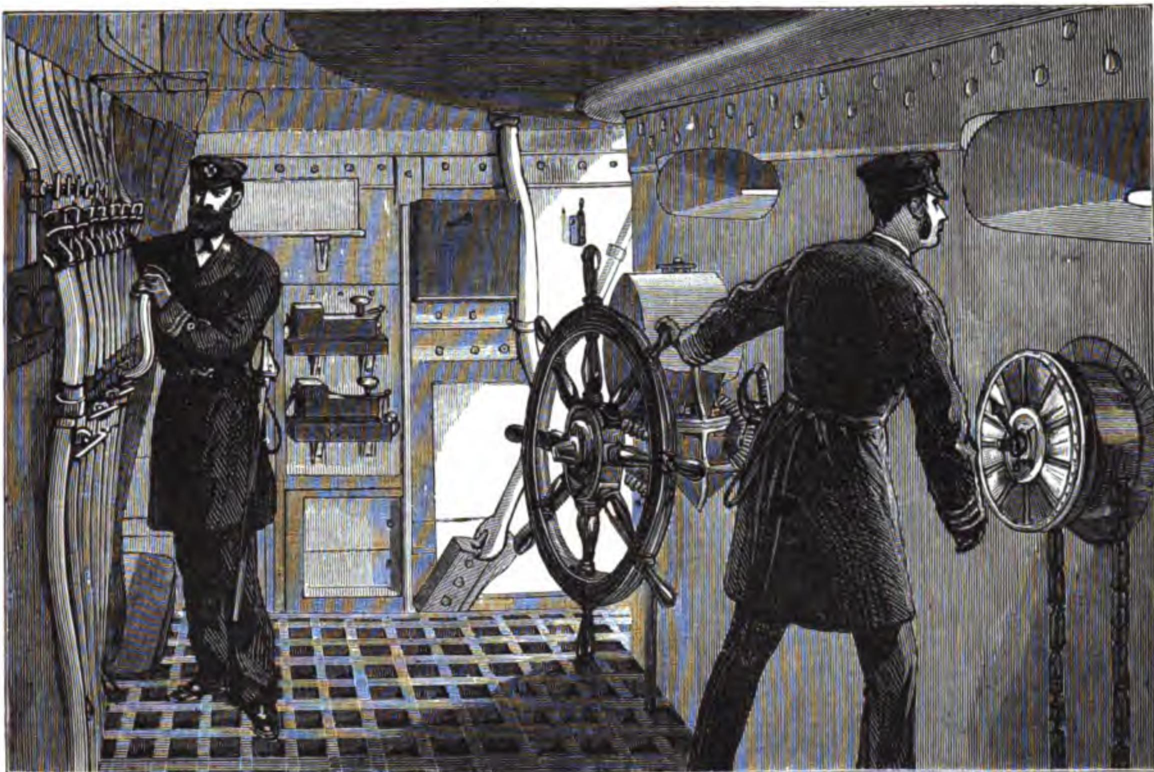
Il faut un énorme approvisionnement de charbon pour mettre tant de machines en mouvement; aussi l'*Inflexible* en emporte-t-il toujours douze cents tonneaux. Cette masse de houille, qui représente quelque chose comme le contenu de cent vingt wagons, serait consommée en six jours seulement si l'*Inflexible* marchait constamment à toute vitesse; mais sa consommation habituelle est réglée de façon à faire durer son combustible pendant dix-sept jours.

Son déplacement en charge est de onze mille neuf cent quatre-vingts tonneaux; il cale sept mètres soixante-quinze centimètres, et sa vitesse atteint quatorze nœuds à l'heure, ce qui est considérable pour une semblable masse.

Quant à sa voilure, elle est à peu près nulle. Lors des essais, on s'aperçut qu'elle était absolument incapable de faire virer le navire;

mais il convient de faire remarquer que, dans le principe, l'*Inflexible* ne devait recevoir ni mâts ni voilure.

L'expérience qu'on a voulu entreprendre avec ce navire formidable a réussi au gré des désirs de l'amirauté anglaise, car le gouvernement britannique fait, en ce moment même, appliquer à deux navires les données fournies par l'*Inflexible*. Le *Colonus* et l'*Edimburg*, qui sont bâtis sur les plans de l'*Inflexible*, recevront quelques modifications;



Poste du commandant et croix blindée.

mais ils sont d'un rang inférieur à leur modèle, lequel est le plus puissant engin que possède la marine de guerre anglaise.

Bientôt la marine française n'aura plus rien à envier à sa rivale, qu'elle dépassera même par la possession d'un cuirassé plus redoutable encore que l'*Inflexible*. Nos ingénieurs achèvent en ce moment, à Lorient, la construction du cuirassé le *Formidable*, qui sera le plus perfectionné des navires figurant dans une flotte européenne. A en juger par les devis, qui s'élèvent à l'énorme somme de vingt-huit millions, le *Formidable* doit justifier son nom et les espérances que nos marins fondent sur lui comme puissance d'armement, comme invulnérabilité, comme aménagements de toute sorte.

LA

PASSE DE HELL-GATE

L'homme semble avoir pris à tâche, depuis la seconde moitié de ce siècle, de changer la face du globe qu'il habite; de tous côtés les travaux les plus gigantesques sont entrepris, s'attaquant aux montagnes, aux vallées, aux golfes de la mer, aux isthmes.

Le vieux et le nouveau monde en présentent des exemples connus de tous; le canal de Suez a fait de l'Afrique une île, le canal de Panama va isoler l'Amérique du Sud.

La vapeur, en augmentant dans une large mesure l'activité des relations, internationales, a fait naître un besoin de faciliter les communications qui semble la cause première des travaux modernes; mais, dans cet ordre d'idées, on ne s'est pas contenté de créer de toutes pièces de nouvelles voies, on a cherché à améliorer celles données par la nature, et cela dans une mesure qui dépasse tout ce qu'on aurait pu admettre il y a un demi-siècle.

De tout temps, il est vrai, on s'est appliqué à améliorer l'entrée des ports; mais, à part de rares exceptions, comme à Glasgow, à Newcastle, à Liverpool, pareille œuvre n'était entreprise que s'il suffisait d'y faire sauter quelques pointes de roches isolées ou d'en enlever par la drague quelque banc de sable ou de craie.

Mais creuser un chenal tout entier dans le fond solide d'un détroit, faire disparaître d'immenses plateaux de roches sous-marines, cela paraissait impraticable; il y aurait fallu des siècles, disait-on. Même avec

les ressources modernes de l'art du mineur, perforatrices et explosifs puissants, on reculait devant des difficultés et une dépense toujours excessives.

Les Américains ne se sont pas laissés arrêter par ces difficultés : en employant d'une manière judicieuse les ressources mises à notre portée par les progrès récents de l'art de l'ingénieur, ils viennent de mener à bonne fin une œuvre gigantesque qui fixe aujourd'hui l'attention du monde entier. Nous voulons parler de l'approfondissement de la passe de Hell-Gate.



Position exacte de l'écueil de Flood-Rock dans la passe de Hell-Gate avant les derniers travaux.

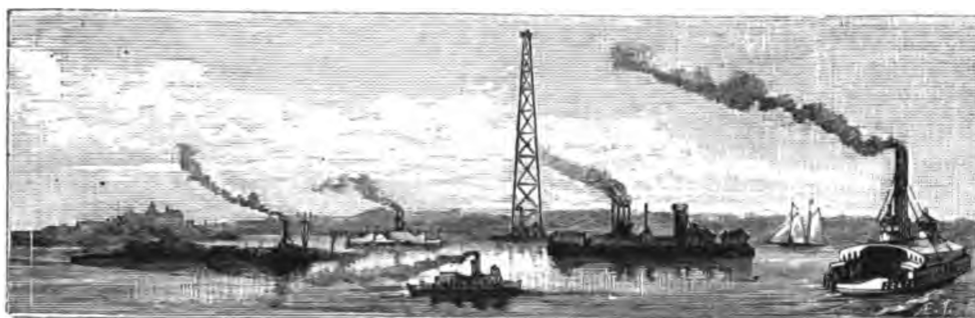
Les journaux d'Amérique, notamment le *Scientific American*, nous fournissent à ce sujet des renseignements très complets; nous en profiterons pour donner le plan suivi dans cette grande opération, et quelques détails rétrospectifs. Ils sont des plus intéressants, car ces travaux d'hydraulique maritime sont, en effet, les plus considérables et les plus hardis qui aient été jamais entrepris.

La ville de New-York proprement dite occupe l'espace circonscrit par l'Hudson à l'ouest, la rivière de Harlem au nord et l'East-River à l'est. Cette dernière n'a d'une rivière que le nom : c'est un détroit qui sépare Long-Island du continent américain, et qui fait communiquer la baie de New-York avec le bras de mer formé par cette île.

Depuis longtemps la ville s'est étendue au delà de ces limites, et sur la rive droite de l'Hudson, où elle forme Jersey-City et Hoboken, et sur Long-Island, où s'est bâti Brooklyn, qui communique avec elle par ce

pont colossal que nous avons décrit; elle a envahi aussi les différentes îles qui forment le chenal de l'East-River; l'agglomération sur ces divers points est aujourd'hui de près de trois milllions d'habitants. Ce chiffre, multiplié par l'activité propre au peuple américain, peut donner une idée du mouvement continuel qui anime ces parages; l'East-River spécialement, route naturelle vers les parties les plus peuplées du pays, ne cesse d'être sillonnée par des navires de toute espèce.

Malheureusement, entre les iles Blackwell et Ward, ce détroit s'infléchit au milieu de roches nombreuses; en outre, la marée y forme de terribles courants, des remous et des tourbillons; c'est un endroit des



Vue extérieur de l'écueil.

plus dangereux, qu'on a pour cette raison nommé Hell-Gate (porte de l'enfer), ce qui indique en quelle estime le tiennent les marins.

Dès 1852, on commença quelques travaux qui consistaient à couler sous les roches les plus saillantes des espèces de torpilles remplies de poudre et à les faire sauter; mais ce procédé ne donna que des améliorations insignifiantes.

En 1868, la tâche fut confiée au général du génie Newton, qui fit entrer hardiment les travaux dans une voie tout à fait nouvelle.

Il s'attaqua tout d'abord à un plateau de roches qui prolongeait vers le nord la pointe de Hallet. Les progrès accomplis dans l'art de perforer les roches permirent au général Newton de concevoir un projet grandiose. Il résolut de creuser sous terre un puits dépassant le fond de la rivière d'une profondeur de douze mètres, d'ouvrir sous les eaux des galeries sur une superficie d'un hectare et demi, en ménageant une série de piliers dans cette excavation, comme dans les carrières, de manière à soutenir la croûte superficielle, dont l'épaisseur varierait de quatre à dix mètres; puis, à la fin de ces travaux de perforation, de faire voler en éclat, d'un seul coup, avec le concours de la dynamite

et de l'électricité, l'énorme masse de rochers qui reposerait sur ces piliers.

Les travaux d'excavation durèrent jusqu'en septembre 1876 ; c'est à cette époque que fut allumée la première grande mine destinée à déblayer la passe; elle contenait vingt-trois mille kilogrammes de matières explosibles. Cette opération fit grand bruit... dans le monde des sciences à cette époque; les dimensions de la mine, le mode d'attaque de la roche sous-marine étaient choses absolument nouvelles.

L'opération ne réussit pas cependant aussi bien qu'on l'avait espéré, et les derniers débris du récif de la pointe de Hallet ne furent définitivement enlevés qu'après de longs et coûteux travaux.

Néanmoins on avait acquis l'expérience; le principe était reconnu bon, et il fut décidé qu'il serait appliqué à la destruction de l'écueil nommé Flood-Rock.

Flood-Rock est un récif de gneiss, situé à environ deux encablures (quatre cents mètres) de la pointe de Hallet; il formait un cône très irrégulier, largement aplati, s'étendant sur une surface de quatre hectares, et dont le sommet n'était visible qu'à mer basse. Il constituait l'un des plus grands dangers de la navigation dans le détroit. Placé au milieu du chenal rendu tortueux par de nombreux obstacles, au centre de courants violents atteignant jusqu'à quinze kilomètres et demi à l'heure et changeant de direction à chaque marée, sa position le faisait d'autant plus redouter des pilotes, que les tourbillons de la passe rendaient très incertaine l'action du gouvernail sur les navires.

Dès 1875, des travaux préliminaires avaient été entrepris; la partie la moins noyée de la roche avait été entourée d'un quai; bientôt elle avait pris l'aspect d'une île couverte de diverses constructions semblables à celles que l'on voit à l'entrée des mines.

Ce fut, en effet, dans cette île artificielle que l'on creusa un puits par lequel on devait extraire les entrailles mêmes de l'écueil.

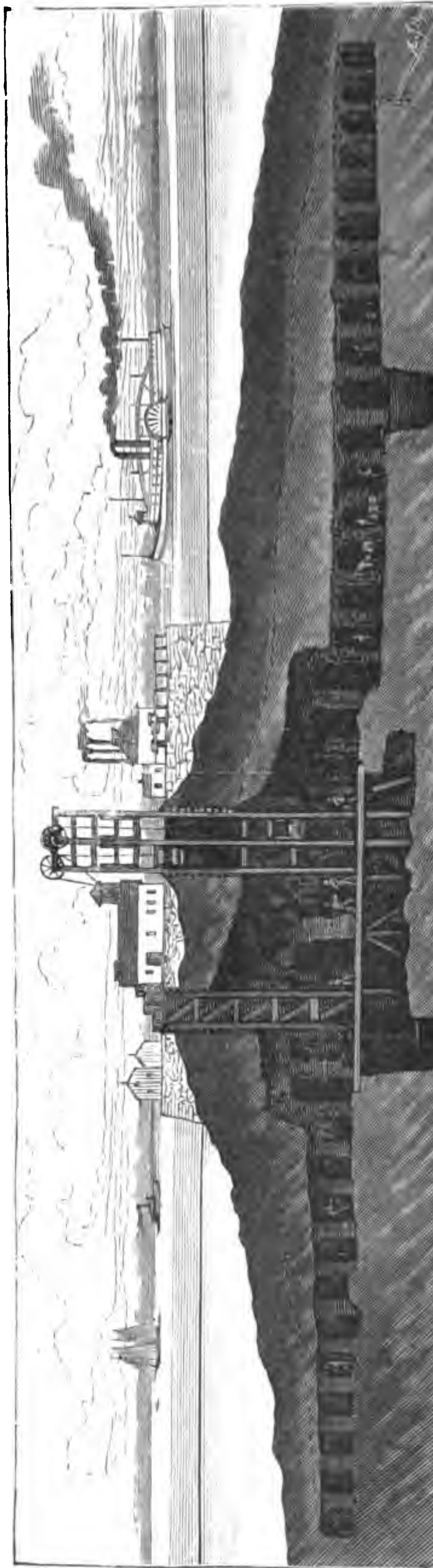
Ce puits, partant du point le plus élevé de la masse rocheuse, fut conduit jusqu'à dix-huit mètres cinquante de profondeur au-dessous du niveau des basses mers. Sa chambre inférieure fut l'origine de nombreuses galeries: les unes parallèles au courant, les autres perpendiculaires à cette direction. Espacées de sept mètres soixante d'axe en axe, elles s'étendaient sous toute la partie du rocher destinée à disparaître. Quoi qu'on en ait dit, on n'avait pas la prétention d'enlever par ce procédé la plus grande masse de pierre possible; ce travail souterrain eût

été beaucoup plus coûteux que celui de puissantes dragues agissant sur les débris de la roche broyée par l'explosion. Il s'agissait seulement d'arriver au centre de la masse, sur un nombre de points assez grand pour que les explosifs pussent les désagréger complètement.

La contexture inégale de la roche et son peu d'homogénéité ne permirent pas non plus de toujours garder au plan une parfaite régularité.

Il est inutile de dire que les outils les plus perfectionnés furent employés sur ce chantier, à la fois souterrain et sous-marin. Nombre de perforatrices, toutes du système Leschot, c'est-à-dire armées de diamants noirs, agissaient ensemble, recevaient le mouvement des machines placées à la surface, et servaient encore à l'épuisement de la mine, à l'enlèvement des déblais, à l'aération, etc.

Les travaux terminés, on avait creusé sous le rocher une immense salle couvrant environ trois hectares et demi. Elle avait une hauteur générale de trois mètres; son plafond, formé d'une couche de roche d'une épaisseur moyenne de quatre mètres cinquante,

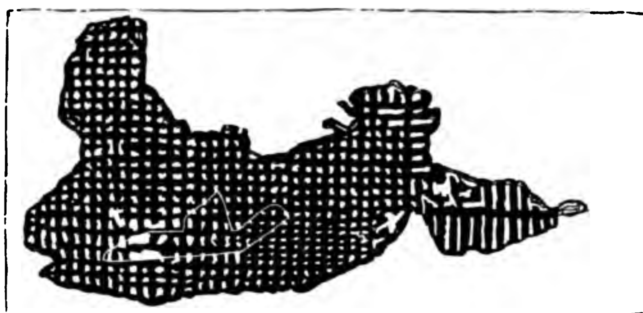


Coupe transversale montrant la direction des galeries d'excavation.

était porté par quatre cent soixante-sept énormes piliers réservés dans la masse; ils déterminaient vingt-quatre galeries parallèles au courant de la rivière, dont la plus longue avait trois cent soixante mètres, et quarante-six galeries perpendiculaires aux premières, dont la plus longue avait cent quatre-vingt-dix mètres. Leur développement total atteignait six mille six cent dix mètres.

Ces travaux d'excavation durèrent neuf années; ils ne furent pas sans présenter des dangers, et ils furent toujours excessivement pénibles.

On eut constamment à craindre que, quelque fissure s'élargissant, quelque partie de roche mal liée venant à tomber, il en résultât l'enva-



Plan du réseau des galeries.

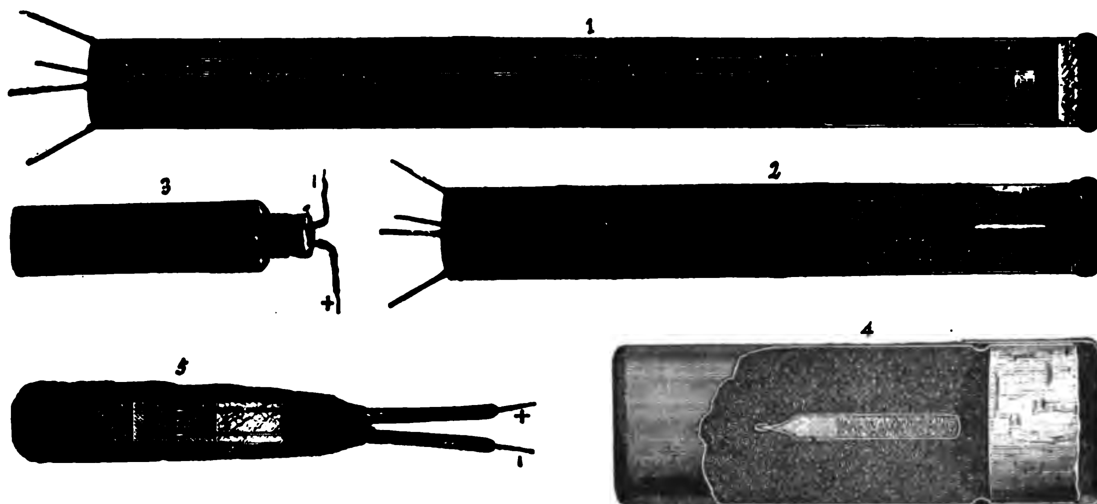
hissement de la mine par des torrents d'eau que les pompes n'auraient pu épuiser. La surveillance, à ce point de vue, dut être continuelle. On fut assez heureux pour ne rencontrer que des fissures sans importance ou des trous de petite dimension qu'on put toujours aveugler. On y employait des tampons de bois, car aucun ciment ne pouvait résister à la pression exercée par l'eau, qui, à ces profondeurs, dépassait une atmosphère trois quarts.

Néanmoins on ne pouvait se débarrasser des suintements; dans cette mine, on ne travaillait que les pieds dans l'eau et les épaules perpétuellement inondées. Tous ceux qui y pénétraient devaient revêtir un costume de caoutchouc qui les enveloppait des pieds à la tête et se complétait par les grosses bottes et le chapeau de cuir des mineurs.

La partie nord-est du massif offrit des difficultés spéciales, la conduite des travaux y fut plus délicate que partout ailleurs; on y trouva la roche tellement fissurée, déliée et irrégulière que l'on eut les craintes les plus sérieuses; la situation était d'autant plus fâcheuse que, par la nature même des choses, on se rapprochait de plus en plus du lit de la rivière et que l'épaisseur du plafond réservé devenait de plus en plus

faible. On dut boiser toutes les galeries de cette partie. On prit de plus la précaution de les séparer des autres par de fortes portes de sûreté, pour pouvoir les isoler complètement en cas d'envahissement des eaux. Ces portes pouvaient être manœuvrées à distance au moyen de câbles aboutissant au pied du puits.

La forme même de la roche avait obligé à donner à toutes les galerie une certaine inclinaison à partir du centre, seul moyen de leur conserver dans toute sa longueur une épaisseur de plafond suffisante; il en résultait que les eaux d'infiltration se rendaient toutes vers la galerie



1. Cartouche de *rack-a-rock*. — 2. Cartouche de dynamite. — 3. Cartouche de « mise de feu ». — 4. Amorce de la cartouche n° 1. — 5. Fusée contenue dans la cartouche de « mise de feu ».

extérieure la plus éloignée. Elles étaient ramenées au centre par quatre canaux de drainage constitués par des galeries plus approfondies que les autres; des ponts de bois, traversant de distance en distance ces petites rivières souterraines, assuraient le service. Les eaux ramenées dans un puisard, sous le puits, étaient rejetées à la surface par des pompes assez puissantes pour en enlever dix-huit mille litres par minute; elles ne firent jamais défaut.

Les détails de cette lutte du mineur contre les eaux, pendant neuf années, ont présenté à différentes reprises des péripéties émouvantes dont le récit nous entraînerait trop loin. Qu'il suffise de dire qu'au mois de juillet 1885, les gros travaux étaient finis, et qu'il ne restait plus qu'à charger la mine. En raison de l'immense masse que l'explosion devait attaquer partout à la fois, c'était une opération tellement exceptionnelle, que bon nombre d'ingénieurs doutaient d'un résultat final complètement heureux. L'événement devait leur donner tort.

Mais il s'agit ici d'une nouvelle branche de l'art du mineur, et l'application grandiose qui vient d'en être faite mérite quelques détails.

Les fouilles souterraines, dont nous venons de donner un rapide aperçu, ont été faites par des ouvriers des mines de cuivre et d'étain des Cornouailles, où quelques-unes sont sous-marines. Ces hommes ont enlevé du cœur de la roche soixante mille mètres cubes de pierre et établi les boisages nécessaires. Les travaux ont été conduits avec une telle sagacité que, pendant ces neuf années, on n'a pas eu à déplorer un seul accident grave.

Les galeries creusées à l'intérieur de la roche en ayant rendu accessibles les différentes parties, il restait à rompre ce squelette de pierre. Pour cette seconde partie de l'opération on comptait sur l'admirable puissance des explosifs nouveaux; mais il fallait trouver le moyen de leur faire accomplir cette tâche dans les conditions exigées par le but qu'on se proposait.

Jamais, en effet, les ingénieurs n'avaient eu à résoudre dans d'aussi vastes proportions un problème de ce genre. Dans les grands travaux, creusement de ports, tranchées de canaux ou de chemins de fer, etc., on avait employé de grandes mines, mais jamais rien de semblable comme dimension et surtout comme résultat à obtenir; il faut en excepter cependant, à ce dernier point de vue, l'explosion du massif de Hallet-Point, en 1876, explosion qui d'ailleurs n'avait pas donné tout ce qu'on en attendait.

Pour les grandes mines précédemment employées, on se contentait généralement de creuser un puits; on ouvrait à sa base trois ou quatre galeries aboutissant à autant de fourneaux d'assez grandes dimensions, que l'on chargeait et auxquels on mettait le feu au moyen de l'étincelle électrique; les couches supérieures se soulevaient, la roche était désagrégée, et les blocs étaient enlevés ensuite ou refendus par des coups de mine quand leurs dimensions l'exigeaient.

A Flood-Rock, les choses étaient plus compliquées : l'opération devait porter sur une surface de trois hectares et demi. Il ne s'agissait pas seulement de désagréger la roche, mais de la réduire en fragments assez petits pour rendre possible la dernière partie du travail, l'enlèvement des débris au moyen de dragues.

Le plan auquel s'arrêtèrent le général Newton et ses collaborateurs fut de multiplier à l'infini les centres d'explosions et de les relier en-

semble d'une manière assez sûre pour que la déflagration eût lieu partout au même instant.

Treize mille deux cent quatre-vingt-six trous ds mine furent forés dans les piliers et dans la voûte; chacun d'eux avait soixante-quinze millimètres de diamètre et une profondeur de deux mètres soixante-quinze; de telle sorte que, mis bout à bout, ils auraient donné une longueur totale de trente-six kilomètres; chacun demanda aux perforatrices cinq heures de travail.

La détermination du point à attaquer fut l'objet d'une étude spéciale basée sur l'état de la roche; un plan complet de ce travail fut dressé à l'avance.

En moyenne, ces trous étaient à un mètre cinquante l'un de l'autre dans les piliers et entraient dans la masse sous un angle de quarante-cinq degrés; dans la voûte, ils n'étaient qu'à un mètre vingt, et leur inclinaison était de soixante à soixante-cinq degrés. On n'en perça aucun dans le sol de la mine, qui représentait le fond futur du détroit.

Les cartouches destinées à charger ces mines étaient de trois sortes, et formées d'étuis en cuivre.

Les premières, de soixante centimètres de longueur et de cinquante-sept millimètres de diamètre, étaient remplies avec deux kilogrammes sept cents grammes de l'explosif auquel les Anglais donnent le nom de *rack-a-rock;* sa puissance est à celle de la dynamite nº 1 comme quatre-vingt-quinze est à cent.

Le rack-a-rock est simplement un composé de chlorate de potasse imprégné d'une huile combustible, mais inexplosible, telle que l'huile de schiste, la benzine, etc.; il a l'aspect d'une cassonade légèrement brune, et a été découvert en 1870, en Angleterre, par M. Sprengell. Cet explosif n'est pas très sensible, qualité précieuse pour le transport et pour le maniement, mais qui exige l'emploi d'amorces puissantes. Ce produit était préparé sur un îlot voisin, placé dans les cartouches, qui étaient bourrées avec soin, amorcées, puis fermées avec une capsule en cuivre soudée sur l'étui; la soudure employée, des plus fusibles, bien entendu, était ramollie par la chaleur de la vapeur d'eau; quarante-cinq degrés y suffisaient.

L'amorce était elle-même une petite cartouche complète, mais chargée de dynamite et contenant dans son centre un petit étui en cuivre rempli de fulminate de mercure.

Une seconde espèce de cartouche était remplie de dynamite seulement,

avec amorce au fulminate de mercure: celles-là avaient trente-huit centimètres de longueur et cinquante-sept millimètres de diamètre.

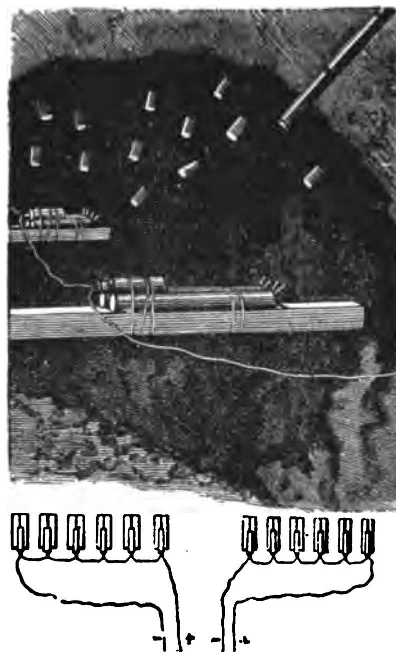


Chargement de la mine. — Transport et mise en place des cartouches.

Enfin une troisième sorte était dite « cartouches de mise de feu ». Elles se composaient d'un cylindre de cuivre de vingt centimètres de longueur et de quarante-quatre millimètres de diamètre, complètement

rempli de dynamite dans laquelle était noyée la fusée qui devait être enflammée par le passage du courant électrique; les deux conducteurs, le fil positif et le fil négatif, traversaient le bouchon de la cartouche.

Cette fusée se composait de deux pièces : d'un premier tube de cuivre presque rempli avec deux grammes de fulminate de mercure, et d'un second tube un peu plus mince qui lui servait de couvercle ; là se trouvaient les deux fils, noyés à la base dans du soufre fondu ; leurs extrémités intérieures, entièrement dégagées, étaient réunies par un



Disposition des cartouches pour la transmission du choc électrique.

très mince fil de platine, destiné à rougir sous l'influence du passage du courant électrique ; le remplissage était fait avec du fulminate qui entourait le fil de platine; les deux tubes réunis formaient un tout qui recevait une enveloppe de gutta-percha.

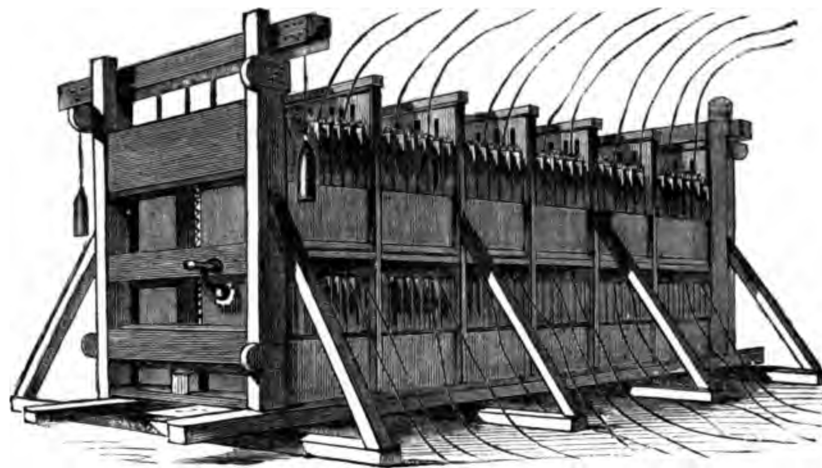
Toutes ces cartouches furent enduites d'huile et de résine, et roulées dans le sable, pour mettre leur enveloppe parfaitement à l'abri des accidents.

Au mois de juillet 1885, on commença le chargement. Un échafaudage roulant muni d'une plate-forme mobile permettait d'atteindre facilement tous les trous, même les plus élevés. L'ouvrier y introduisait les cartouches par la partie antérieure munie de quatre fils de fer; ceux-ci, repliés le long de l'étui, n'opposaient aucune résistance à l'introduction du pétard, mais ils s'opposaient à sa sortie en s'arc-boutant sur la pierre et le fixaient invariablement dans son logement.

Chaque trou fut rempli avec des cartouches nº 1 chargées de rack-a-rock, en ne réservant à l'entrée que la place d'une cartouche de dynamite nº 2, qui devait faire saillie au dehors. Aucune de ces cartouches ne communiquait donc avec l'extérieur ni par une mèche ni par un fil destiné à produire l'inflammation.

Cette seconde partie du problème fut résolue de la façon suivante :

Dans chaque galerie, à des intervalles d'environ sept mètres cinquante, on plaça en travers, d'une muraille à l'autre, de légers madriers sur lesquels trois cartouches furent fixées en faisceau : deux de dynamite nº 2 semblables à celles faisant saillie à chaque trou de mine, et au-



La pile.

dessus une cartouche amorce nº 3. Cette dernière devait seule recevoir le courant, produire par contre-coup, en éclatant, la déflagration de ses compagnes, et par suite celle de toutes les autres. La masse des cartouches était donc destinée à éclater *par sympathie,* suivant l'expression consacrée.

La quantité de matière explosive logée ainsi sous terre représentait cent cinquante mille kilogrammes. Les plus grandes mines employées jusqu'alors n'avaient jamais approché de ce chiffre ; la plus puissante, celle de Hallet-Point, en 1876, n'en contenait que le sixième. Ce seul fait aurait suffi à justifier l'intérêt qui s'attachait à cette imposante manifestation de la puissance de l'homme sur la matière.

La mine tout entière fut divisée en vingt-quatre sections desservies chacune par un circuit indépendant. Chaque circuit comprenait vingt-cinq cartouches amorces. Le conducteur, partant de l'ouverture du puits, allait à une première fusée, y entrait par le fil positif, sortait par

le négatif pour aller à une seconde, et passait ainsi dans les vingt-cinq qui formaient le groupe; puis il remontait à la surface.

Tout étant ainsi préparé, le matériel fut enlevé de la mine, les constructions de l'île démontées, et tout fut évacué sur la terre ferme.

Le 10 octobre au matin, on prenait les dernières dispositions, on laissait l'eau envahir la mine pour créer un point d'appui à l'expansion des gaz, et on installait à l'entrée du puits l'appareil destiné à déterminer l'explosion. Voici en quoi il consistait.

Deux vases remplis de mercure furent placés aux extrémités de l'appareil; l'un recevait les fils positifs des vingt-quatre circuits, l'autre les



Appareil d'inflammation.

fils négatifs. Le mercure du premier vase était en communication avec l'électrode positive d'une pile; l'électrode négative était suspendue par un fil à une potence, au-dessus d'un verre au fond duquel il y avait un peu de mercure, mais dans lequel il entrait à peine. Ce verre central était réuni électriquement à celui des fils négatifs par un conducteur trempant de chaque côté dans le mercure.

Dans ces conditions le circuit était coupé au-dessous de la potence; mais un entonnoir plein de mercure devait emplir peu à peu le vase central, et, au moment où le métal atteignait le fil descendant de la potence, le circuit se fermait et l'explosion avait lieu; elle aurait eu lieu de même si le fil suspenseur coupé avait laissé tomber le conducteur au fond du verre du milieu.

L'intérêt que présentait l'observation des phénomènes qui pouvaient accompagner une explosion de cette puissance fit choisir le second moyen; celui-ci permettait, en effet, de déterminer l'explosion à heure fixe et de donner ainsi toutes les facilités aux observateurs postés dans

les localités plus ou moins éloignées. Le mercure ne fut qu'une précaution prise en plus, pour le cas où ce système n'aurait pas fonctionné.

Pour obtenir à distance la rupture du fil supportant le conducteur, celui-ci passait dans une fusée traversée par un conducteur venant du rivage; ce conducteur, aboutissant à la terre sur l'îlot et sur la rive, formait un circuit complet dans lequel on avait intercalé une source d'élec-

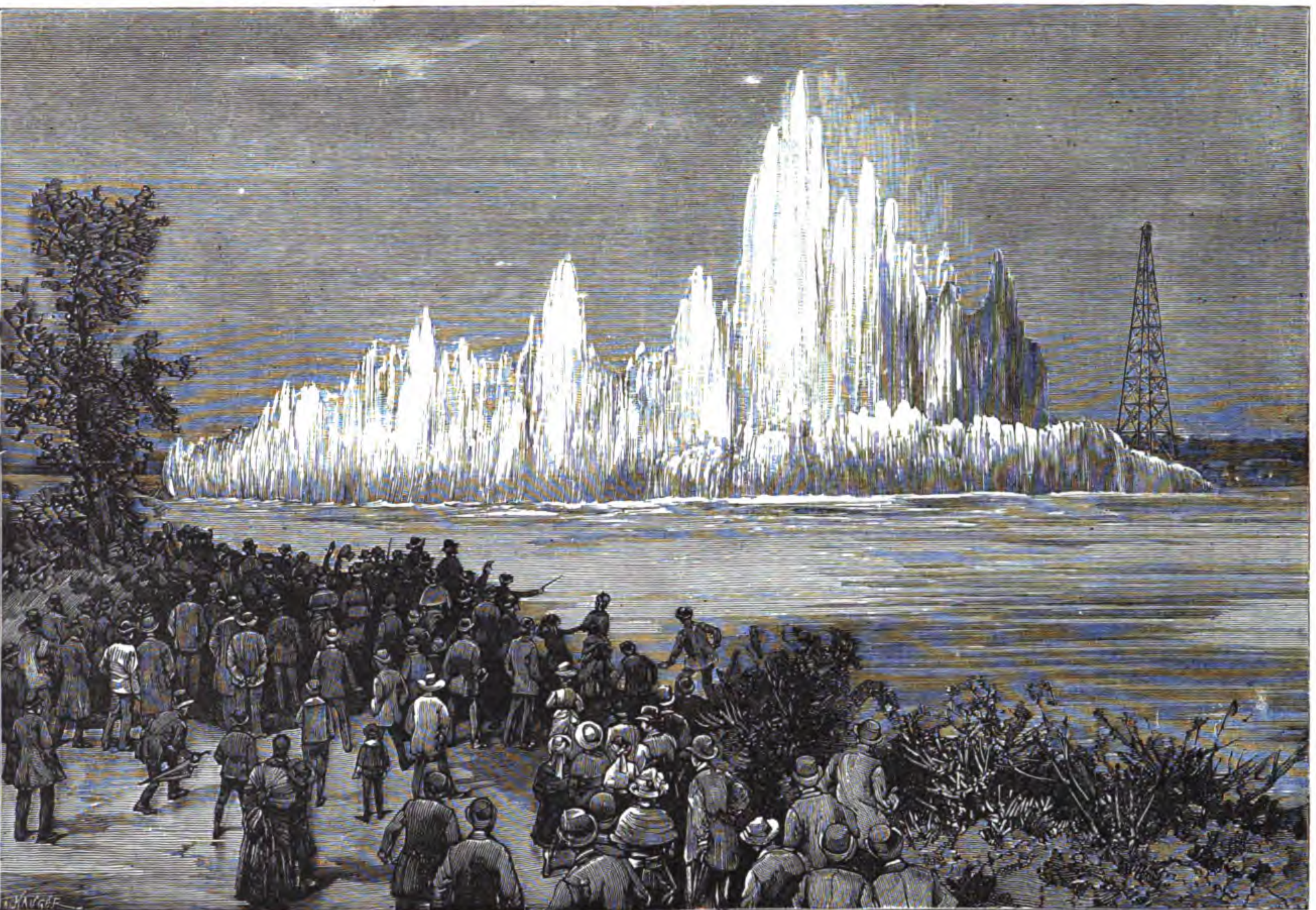


Mise en mouvement par la fille du général Newton de l'appareil inflammateur.

tricité; bien entendu, il était coupé en un point où un commutateur permettait de le fermer au moment voulu.

Quelques minutes avant le moment fixé pour l'explosion, c'est-à-dire avant onze heures du matin, le samedi 10 octobre 1884, l'entonnoir fut rempli de mercure, et les opérateurs s'éloignèrent à la hâte.

A onze heures seize minutes, tout étant prêt, la passe entièrement libre, une enfant, la fille du général Newton, appuya sur le commutateur. Sous l'effort de sa faible main, le fond du détroit fut bouleversé et les eaux s'élevèrent, comme un geyser gigantesque, à plus de soixante mètres de hauteur, sur toute la surface de l'écueil. Elles entraînaient dans leur ascension des madriers, des blocs de pierre. Pour ajouter à la

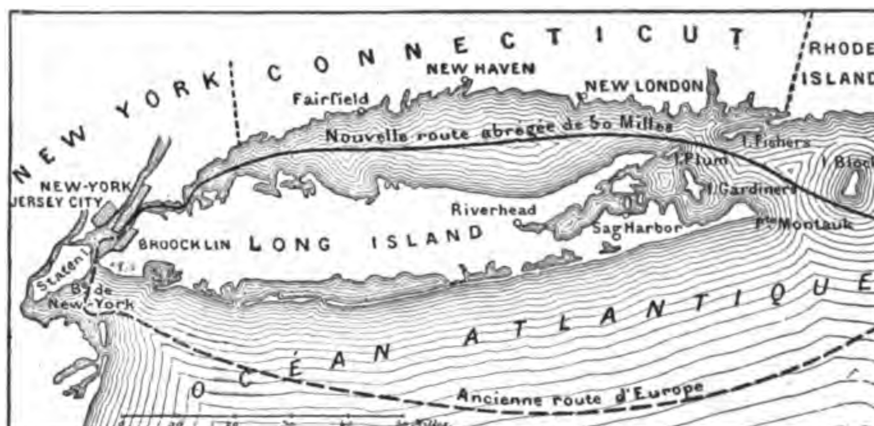


Explosion de l'écueil de Flood-Rock, dans la passe de Hell-Gate.

magnificence du spectacle, la croûte de roche, crevant en un point, laissa échapper au milieu de ces eaux une colonne de flamme et de fumée.

On avait compté sur un amortissement complet de la secousse par la masse des eaux; cependant le choc fut violent sur les deux rives, mais il ne fut suivi d'aucune vibration.

Au moyen d'une heureuse disposition, le commutateur, en produisant l'explosion, en transmettait l'heure exacte aux chronomètres de différents postes établis de distance en distance pour observer les effets de la transmission du choc dans le sol. De plus, il déclanchait un méca-



Carte montrant l'ancienne et la nouvelle route d'accès à New-York.

nisme qui faisait jouer de seconde en seconde les obturateurs d'appareils photographiques braqués à l'avance.

C'est à cette disposition que l'on doit de posséder des vues instantanées du phénomène au moment de sa plus grande expansion.

La fille du général Newton, qui fut chargée de déterminer en un instant le résultat de neuf années de labeur, était agée de douze ans; elle n'avait que trois ans lors de l'explosion du récif de la pointe de Hallet, en 1876; ce fut encore elle qui eut, à cette époque, à lancer le courant dans la mine.

Un incident plaisant ne pouvait manquer de se produire en cette aventure; cette fois, ce sont les savants qui en ont fait les frais. On n'avait pu relier tous les observatoires au fil avertisseur; tous cependant étaient sous les armes et les observateurs avaient l'œil sur leurs instruments; toutes leurs précautions étaient prises pour ne rien perdre des manifestations possibles de l'ébranlement du sol ou de l'air; dans un vaste rayon, la circulation était interdite, le silence recommandé, etc.

Malheureusement, une cause fortuite ayant fait retarder l'explosion d'un quart d'heure, voilà qu'au moment critique tous les observateurs, non prévenus, avaient quitté leurs instruments et rédigeaient leurs rapports. De là un grand chagrin et de grosses colères.

Aujourd'hui la passe de Hell-Gate semble dégagée, mais il reste une montagne de débris sur le fond, et les dragues sont à l'œuvre pour les enlever. Ainsi qu'on devait s'y attendre, on a constaté après l'explosion la présence de quelques blocs réfractaires qui, en raison de leurs dimensions, exigeront des moyens d'enlèvement spéciaux; mais on ne prévoit aucune grande difficulté.

Ce travail terminé, la navigation va devenir assez libre dans ces parages pour que l'on se demande déjà si ce détroit tortueux ne va pas devenir la véritable route de New-York vers l'Europe.

Cette œuvre fait le plus grand honneur au général Newton, qui lui a consacré toute une partie de sa carrière. L'enlèvement de Flood-Rock est le dernier terme d'une série d'opérations des plus hardies et des plus difficiles menées toutes à bonne fin. La plupart des écueils qui encombraient la passe ont disparu pour faire place à des fonds de huit mètres; les autres, entourés de quais, sont devenus des îles et une ressource pour le commerce si actif de ces régions.

Les terreurs de Hell-Gate, la Porte de l'Enfer, font partie désormais du domaine de la légende.

LE

DESSÉCHEMENT DU LAC FUCIN

La région du Fucin occupe, dans le massif central et le plus élevé de la chaîne des Apennins, la partie septentrionale de l'ancien royaume de Naples. Ce lac est situé dans le vieux pays des Marses, ce peuple vigoureux qui, après avoir si longtemps combattu pour son indépendance, devint, une fois soumis, un des plus fidèles serviteurs de la puissance romaine. On désigne encore cette partie de l'Italie sous le nom de seconde Abruzze.

En parcourant ce district, on rencontre à chaque pas des traces de son histoire qui attestent son importance d'autrefois. Les ruines qui s'échelonnent sur les rives du fleuve Liri sont éloquentes : elles racontent les splendeurs passées d'Albe, de Maruvium, de Venere, où la déesse Vénus était l'objet d'un culte tout particulier; d'Angitia et de bon nombre d'autres villes mortes, dont les débris sont épars autour du lac qui les a détruites. On y retrouve également la marque des guerres privées du moyen âge, des querelles entre les Orsini et les Colonna, querelles qui se sont converties, par une sorte de tradition faussée, en la plaie toute récente encore du plus hideux brigandage.

Le bassin du lac Fucin ne comprenait pas moins de soixante-cinq mille hectares de surface, et ses eaux couvraient entièrement une étendue de plus de quinze mille hectares sans aucune issue pour leur écoulement. Dans sa plus grande longueur il mesurait vingt kilomètres; il

avait onze kilomètres de largeur; sa profondeur était de dix-huit mètres environ.

Par ses conditions physiques, le lac a été pour beaucoup dans les bouleversements qui, à tous les âges, ont éprouvé cette contrée. En même temps qu'il l'isolait et la fortifiait, il la désolait, la stérilisait et la couvrait de ruines.

Subissant à toutes les saisons des variations considérables, il avait à certaines époques couvert également la vaste plaine située au nord de son bassin; tantôt, semblable à une mer, il s'élevait jusqu'à mi-côte des montagnes, engloutissant les cités bâties sur les versants; tantôt, se retirant à de longues distances, il restituait à l'agriculture de vastes espaces qu'il reprenait ensuite, selon que des successions d'années pluvieuses ou sèches le faisaient déborder ou le réduisaient à une étendue restreinte. Même dans ce dernier cas, il demeurait un ennemi terrible pour les habitants, car il répandait autour de lui des torrents de miasmes qui engendraient les fièvres intermittentes les plus pernicieuses, produit inévitable de ces alternatives incessantes de sécheresse et d'humidité.

Dès l'antiquité, il fut considéré comme un fléau insurmontable auquel les habitants primitifs élevaient des autels et offraient des sacrifices, pratiquant ainsi cette religion de la peur qui fut commune à toute l'antiquité.

Ne voyant pas dans le lac Fucin une divinité néfaste, mais frappé des résultats économiques d'un tel état de choses, qui privait Rome des ressources d'un de ses meilleurs centres d'approvisionnement, César résolut l'accomplissement de grands travaux se reliant à un vaste plan d'ensemble. Il voulait tout à la fois contenir le lac Fucin dans des limites invariables, ouvrir une route reliant directement Rome, à travers cette contrée, avec l'Adriatique, dessécher les marais Pontins et creuser à Ostie un port qui eût été le plus vaste de l'empire.

Ces projets grandioses ne reçurent aucune exécution, mais ils préoccupèrent ses successeurs, tant leur nécessité demeurait évidente. Ce fut Claude seulement qui put entreprendre cette tâche, faible partie d'une série d'œuvres intelligentes et utiles dont l'histoire impartiale doit lui tenir compte.

La région du lac Fucin devait attirer spécialement ses regards, à cause de sa proverbiale fertilité, à cause surtout des difficultés croissantes dans l'approvisionnement de Rome. Il y exécuta le projet de César de rejoindre les deux mers par une route transversale; continuant vers

l'est la magnifique voie Valérienne, il lui fit franchir les défilés de l'Apennin oriental et conduisit la voie Claudienne-Valérienne des hauteurs voisines du lac aux embouchures de l'Aterno, sur l'Adriatique. Il y ajouta surtout ce grand travail de l'émissaire du Fucin vers le fleuve Liri, à travers le mont Salviano, barrière qui séparait le lac de la vallée du Liri.

Pour bien comprendre la belle œuvre que viennent d'accomplir les ingénieurs modernes, en la basant sur celle des ingénieurs romains, il convient de décrire brièvement l'émissaire que l'empereur Claude fit exécuter par son célèbre affranchi Narcisse.

Le plan des ingénieurs de Claude était parfaitement simple.

Le fleuve Liri, qui passe à une distance de cinq kilomètres et demi au nord-ouest du lac, est à un niveau notablement inférieur à celui du Fucin. Il en est séparé par la montagne de Salviano, que continuent à l'ouest les Champs Palentins. Narcisse résolut de percer à travers la montagne, à trois cents mètres au-dessous du sommet, un canal intérieur facile à poursuivre dans la plaine voisine. Entre la tête de l'émissaire placée sur la côte nord-ouest du lac et le niveau du Liri, on disposait d'une pente de huit mètres quarante-quatre sur moins de six mille mètres qu'on avait à parcourir.

On n'atteignait pas ainsi tout à fait le fond du lac, car il paraît manifeste que l'intention des ingénieurs romains n'était point d'entreprendre le desséchement complet du lac, mais simplement de régler le niveau de ses eaux et de pouvoir ainsi assurer la possession paisible des terres de la zone environnante.

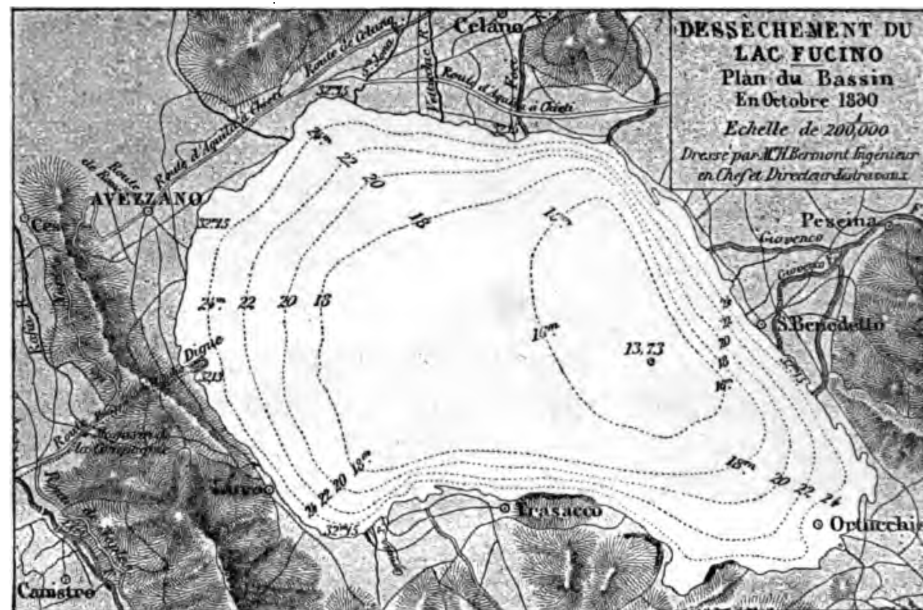
D'après divers auteurs on employa trente mille ouvriers à ces travaux, qui durèrent onze ans.

C'est avec un profond étonnement qu'on constate l'importance de l'œuvre accomplie en songeant que, privés de tous les auxiliaires puissants dont nous disposons aujourd'hui, les ingénieurs de Claude ont pratiqué une galerie souterraine longue de six kilomètres. On se demande comment ils ont pu, avec la seule aide du ciseau et du pic, creuser ainsi dans la roche, extraire les matériaux, opérer dans un milieu dépourvu d'air respirable.

Les ingénieurs modernes qui ont étudié pierre par pierre, on peut dire, l'œuvre de leurs devanciers, ont pu saisir leur manière de procéder. Pour se fournir d'air respirable, les ouvriers de Narcisse ont creusé, sur tout le parcours du souterrain, une longue ligne de puits verticaux

qui assuraient une aération abondante et énergique. Sur toute la ligne du lac au Liri, les hardis mineurs romains n'ont pas percé moins de quarante puits. En outre, afin d'assurer le dégagement des déblais et l'accès des ouvriers sur les différents points de la galerie, ils avaient pratiqué jusqu'à six *cuniculi*, ou galeries de communication, qui s'enfonçaient obliquement dans le sol.

A côté de ces travaux de l'émissaire lui-même, on remarque tout un ensemble de constructions ayant pour objet de diriger et de maîtriser la transmission des eaux.



Carte générale du lac Fucin.

Il est évident que le plan avait été bien conçu, mais que l'exécution des travaux fut défectueuse par suite de causes difficiles à préciser après tant de siècles écoulés. La preuve en fut faite lorsqu'on inaugura l'émissaire du lac. Claude, qui tenait à donner à cette solennité un éclat incomparable, prodigua en cette circonstance les réjouissances et les fêtes les plus somptueuses. Quand vint le moment de donner issue à l'eau et de la diriger dans la galerie qu'on lui avait ouverte, on s'aperçut que les mesures avaient été mal prises et que le niveau du lac ne pourrait baisser autant qu'on l'avait résolu. Narcisse se fit fort de répondre au bout de quelque temps aux exigences exprimées par l'empereur. Il fit creuser sous le radier du premier déversoir du lac une galerie qui, prenant les eaux à cinq mètres plus bas, les conduisait directement à l'émissaire.

Une seconde fête fut donnée pour célébrer l'inauguration de ce nouveau travail, et Narcisse, qui sentait la nécessité d'amuser son maître afin d'abattre l'hostilité de la cour, s'avisa de faire dresser au milieu même du bassin devenu inutile un échafaudage du haut duquel on verrait l'eau du lac s'engouffrer dans le passage qu'il lui avait ménagé. Mais la vanne chargée de répartir les eaux et d'en soutenir le premier choc ayant été mal établie, les flots la rompirent et refluèrent du bas-



La vallée du Liri (valle Roveto).

sin inférieur vers le bassin supérieur occupé par tous les spectateurs; la tente impériale fut emportée, l'empereur et ses invités coururent le plus grand danger, ils faillirent être emportés par la masse liquide déchaînée. Narcisse, violemment accusé, fut mis en prison et reçut l'ordre de se donner la mort.

Quoi qu'il en soit de cet événement, sur lequel les écrivains du temps ne s'accordent pas très bien, l'émissaire de Claude ne fonctionna que pendant un temps très limité, il ne tarda pas à s'obstruer.

L'empereur Trajan passe pour avoir tenté une restauration des travaux ruinés, mais c'est à Adrien que revient la gloire d'avoir complété

l'œuvre de Claude. Il semble avéré que sous son règne l'étendue des terres reprises au lac fut considérable.

De vagues indices font croire que l'émissaire du Fucin fut entretenu avec un certain soin jusqu'à l'invasion des barbares.

A dater de cette époque, on n'aperçoit plus que des tentatives sans résultat; vers 1240, Frédéric II de Souabe, devenu roi de Naples, puis Alphonse Ier, vers 1430, enfin, en 1600, l'architecte Fontana, envoyé par Sixte-Quint, entreprirent tour à tour, mais d'une manière insuffisante, de rétablir l'écoulement nécessaire.

La fin du XVIIIe siècle fut aussi marquée par des efforts sérieux accomplis à la suite de désastres; mais les événements politiques suspendirent l'exécution des dispositions prises.

Cependant la terrible crue de 1816 produisit tant de catastrophes, la misère qui en résulta fut si grande, qu'on peut la considérer comme une crise salutaire qui hâta la solution tant désirée. Rivera, habile ingénieur napolitain, travailla depuis 1826 jusqu'à 1835 à déblayer le tunnel de Claude. Les fonds qu'on lui allouait mesquinement et l'emploi de moyens insuffisants ne lui permettaient que des efforts en disproportion avec la tâche. Il mourut en 1845, laissant l'entreprise simplement entamée. Quelques années plus tard, en 1851, les mêmes désastres qu'en 1816 s'abattirent encore sur la contrée. Le danger secoua les plus indifférents, et une société s'organisa pour tenter de mettre fin à ce triste état de choses. Mais le mal était trop grand, le remède à apporter trop coûteux pour les ressources de cette compagnie.

C'est alors que le possesseur d'une colossale fortune, le prince Torlonia, qui avait souscrit la moitié du capital de la société, résolut de s'attacher à cette œuvre et de la mener seul à bonne fin. Il racheta les actions qui représentaient la seconde moitié du capital social et, à partir de ce jour, conduisit sans interruption vers le succès cette entreprise que tant de gouvernements avaient tentée en vain.

Le prince Torlonia, en se chargeant seul de l'entreprise, en transformait à la fois les conditions et le caractère. Ce n'était plus une œuvre anonyme, car il avait l'ambition et la volonté d'attacher son nom à l'un de ces grands travaux où l'honneur et l'intérêt national se confondent avec l'honneur et l'intérêt privé. Le côté financier n'offrait plus de difficultés, le prince étant résolu à y consacrer les quarante, les cinquante millions peut-être que l'œuvre allait nécessiter. Aussi, quand on le vit aborder une telle entreprise, disait-on en Italie sur un ton de doute et

d'ironie : « Le prince Torlonia veut dessécher le ***Fucino***, c'est le ***Fucino*** qui desséchera le prince Torlonia. » On s'est trompé, le lac a été mis à sec, mais non le prince.

Il restait à trouver des ingénieurs habiles et dévoués. Le prince eut la main heureuse lorsqu'il choisit pour l'exécution de ces travaux un ingénieur français encore jeune et déjà célèbre, M. de Montrichet, qui venait d'exécuter les beaux travaux amenant la Durance à Marseille et de construire l'aqueduc de Rocamadour.

Ce choix si bien justifié constitue un titre de plus pour le corps de nos ingénieurs, car il établit que si l'œuvre fut de conception italienne, elle fut exécutée par des Français.

En effet, M. de Montrichet étant mort prématurément, dès 1858, après avoir toutefois donné le plan principal et présidé au commencement de l'entreprise, le prince Torlonia ne voulut pas d'autres continuateurs que deux ingénieurs français, depuis longtemps collaborateurs et amis de M. de Montrichet : M. Bermont, que la maladie força de se retirer en 1869, et M. Alexandre Brisse, qui depuis lors n'a cessé de diriger les travaux et de répondre à d'énormes difficultés.

Deux projets avaient été établis : l'un devait, avec une moindre dépense, se borner à modérer le lac et à s'opposer à tout ravage ultérieur. La galerie d'écoulement devait, dans ce cas, avoir une section de douze mètres. Le second projet, qui assurait le desséchement du Fucin, comportait un tunnel de vingt mètres de section, la dépense s'élevait en proportion.

On peut les apprécier immédiatement en les comparant aux travaux ordonnés par Claude, lesquels se composaient d'un tunnel dont l'ouverture avait seulement huit mètres cinquante de surface.

Le prince n'hésita pas à choisir le second projet, celui qui assurait son plein effet à l'entreprise.

Ce fut en juillet 1854 que les travaux commencèrent. Ils s'ouvrirent par la construction d'une vaste digue ayant pour objet d'isoler des eaux tous les anciens travaux romains.

Dix-huit mois seulement après on put attaquer l'émissaire : une crue prolongée, l'absence de bons matériaux à courte distance dans une contrée alors dépourvue de routes, l'inexpérience jointe à l'indolence et même à la répugnance des populations locales furent de sérieux obstacles à surmonter tout d'abord. On ne put vaincre l'apathie des travailleurs du pays qu'en faisant venir de France des escouades de ces laborieux

tâcherons avec lesquels M. de Montrichet avait, pendant les années précédentes, accompli en Provence tant de campagnes souterraines. Leurs exemples de discipline, de courage, de dévouement produisirent le plus salutaire effet.

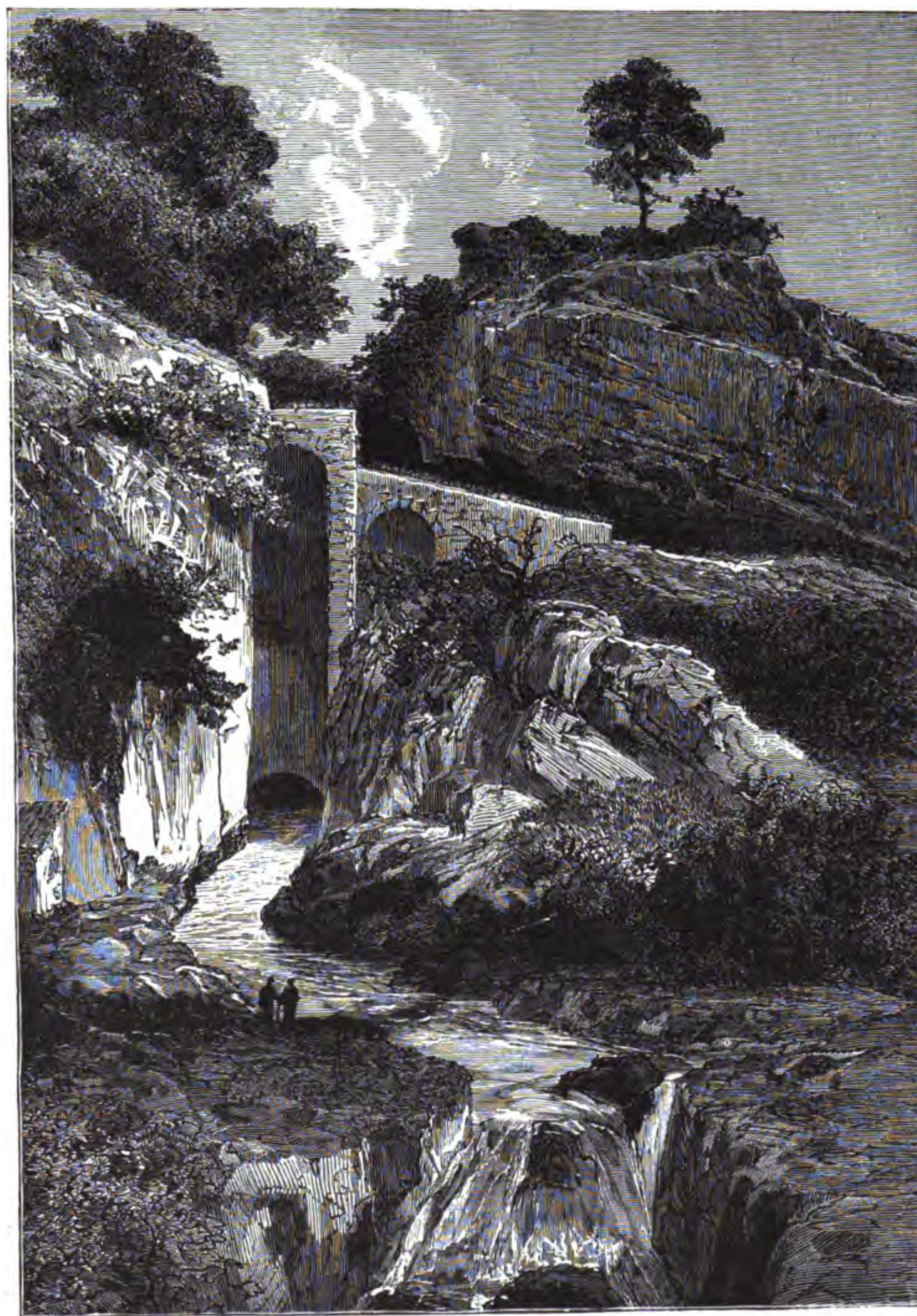
L'entreprise qu'on abordait était loin d'être aisée, bien qu'on projetât de se servir autant que possible des travaux déjà exécutés dans les siècles précédents. Quelques indications peuvent en donner l'idée. L'extrême fond du lac se trouvait à une cote de presque quinze mètres plus haute que l'embouchure de l'émissaire vers le Liri. On arrêta de placer le radier du tunnel à sept mètres quatre-vingt-trois, à son point de départ, c'est-à-dire à trois mètres vingt-cinq plus bas que le travail romain; c'était le seul moyen d'obtenir le desséchement entier du lac. La galerie projetée devait, tout comme l'ancienné, mesurer à peu près six kilomètres, mais on voulait, tout en se servant de l'émissaire de Claude, en abaisser uniformément le radier, en régulariser les pentes, en rendre la section partout égale, maçonner fortement le travail, en un mot, refaire entièrement l'antique galerie.

On commença d'opérer par l'embouchure, du côté du Liri; mais bientôt que de difficultés, que de dangers, que d'obstacles rebutants! Là où l'on comptait ne rencontrer que des éboulements, œuvre du temps et de l'abandon, au milieu desquels on espérait se livrer plus ou moins péniblement passage, on se trouva en face de complications inouïes résultant des déblaiements opérés par Rivera, entre 1824 et 1835. Les imparfaits boisages de l'ingénieur napolitain, trempés par les infiltrations des crues, s'étaient promptement pourris et écroulés avec les parties de terre et de vieille maçonnerie qu'ils soutenaient; de sorte qu'on ne trouvait plus, dans certaines parties de l'émissaire, que des ruines indicibles, une boue infecte, une argile grasse et tenace, des écartements de terre ou de roche par où l'eau coulait ou même jaillissait en abondance, de grosses pierres s'échappant des voûtes. Tout cela avait réduit à l'état de trou informe la construction primitive déjà si défectueuse.

C'était au milieu d'un tel chaos, à cent mètres sous terre, qu'il fallait déblayer, mettre en place madriers et matériaux, maçonner et même faire agir la poudre, au risque de périr écrasé sous la voûte.

Il y eut des épisodes terribles dont il fallut triompher, non pas seulement par de puissantes ressources, par les rapides moyens d'une science ingénieuse, mais à force de sang-froid, de courage et de dévouement.

On se trouva, par exemple, entre les puits dix-neuf et vingt, en présence d'un éboulement moderne, qui, s'ajoutant à un autre accident



Émissaire de Claude vers la vallée du Liri.

semblable remontant à l'époque romaine, créait un obstacle invincible au passage des eaux d'infiltration. Elles s'étaient accumulées derrière cette barrière intempestive en une quantité telle, qu'il fallait renoncer à

l'idée d'attaquer de front ce lac souterrain. Voici ce qu'imagina M. de Montrichet. Sur ce point, l'émissaire antique devait être abaissé de trois mètres; l'ingénieur prit le parti de faire ouvrir par-dessous le tunnel romain une petite galerie qui devait se prolonger au delà de la masse d'eau jusqu'à ce qu'on fût assuré de l'avoir dépassée. Alors on devait percer le plafond et donner issue par la petite galerie aux eaux emprisonnées au-dessus d'elle.

Un pareil dessein était, comme l'on pense, plus facile à imaginer qu'à exécuter. Ce furent MM. Bermont et Brisse qui triomphèrent de l'obstacle, car, au moment d'entreprendre ce travail, M. de Montrichet mourut.

Voici comment M. Brisse en rend compte dans une notice à laquelle nous empruntons la plupart de ces détails.

« Le percement de la petite galerie passant sous le radier de l'ancienne s'effectua dans des conditions qui semblent appartenir au domaine de la fantaisie plutôt qu'à celui de la réalité. Les ouvriers étaient dans l'eau quelquefois jusqu'à la ceinture, au milieu d'encombrements de bois pour les cadres, parmi des boues horriblement méphitiques, dans une galerie haute de deux mètres cinquante, à peine large d'un mètre soixante-dix, dont les dimensions étaient encore réduites par l'épaisseur des boisages, presque dans l'obscurité, car on ne pouvait employer qu'un très petit nombre de lampes afin d'économiser l'air respirable. On était en outre sous la perpétuelle menace d'un épouvantable désastre qui pouvait être amené soit par la plus petite lésion dans le radier de la galerie surplombant nos têtes, soit par le moindre mouvement des terres argileuses et des sables détrempés par les eaux. Les pressions furent par moments si considérables, qu'il fallut plus d'une fois se hâter de renouveler les boisages : ils se rompaient sous elles. »

On peut dire que le percement de cette petite galerie fut un travail des plus audacieux.

Enfin, après plusieurs mois de fatigues et d'anxiété, on acquit la certitude qu'on avait atteint le point convenable pour créer une issue à ces eaux menaçantes. Mais ici se présentait la seconde partie du problème, et ce n'était ni la moins ardue ni la moins périlleuse. Comment pratiquer dans le plafond romain des ouvertures assez modérées et assez puissantes à la fois pour ne pas être rompues, tout en assurant le départ de ces masses liquides si redoutables? Comment, dans des

dangers inouïs, exécuter ce travail du sein même de la galerie étroite et fragile par où les eaux devaient s'écouler?

Le problème fut résolu grâce à un système de tubes en fonte, au nombre de dix, scellés au plafond romain, communiquant à un gros tube collecteur et qu'un mécanisme particulier permit d'ouvrir tous à la fois. Grâce à l'habileté des mesures prises, aucun tuyau ne creva, aucun éboulement ne se produisit; les ouvriers et les ingénieurs qui avaient affronté la dangereuse opération purent se retirer sains et saufs par le puits le plus voisin, après s'être assurés du succès.

L'écoulement ainsi obtenu marcha d'une façon satisfaisante pendant plusieurs jours, puis il se ralentit, enfin il s'arrêta; et cependant l'eau était loin d'avoir été toute expulsée. Il était bien difficile de s'en rendre compte; cependant on put reconnaître qu'il était possible de faire circuler une très petite barque entre le plafond et le niveau actuel de l'eau. Cette barque fut construite, puis introduite dans le puits. Les deux ingénieurs en chef s'y placèrent et, couchés sur le dos, faute d'espace pour se relever, dirigeant leur embarcation à l'aide de leurs mains appuyées au sommet de la voûte, ils allèrent s'assurer par des sondages que les tubes en fonte n'étaient pas obstrués; la cause de l'arrêt n'était autre qu'une de ces contre-pentes qui avaient rendu inutile le travail romain.

Une fois l'émissaire rétabli à ce passage difficile, on avait un tunnel moderne, à pente régulière, mesurant plus de quatre mille mètres; c'était suffisant pour déjà procurer un premier écoulement fournissant des facilités pour la continuation des travaux, surtout auprès du lac.

L'introduction des eaux dans le canal de conduite se fit avec une certaine solennité, le 9 août 1862. Toute la foule qui assistait, en présence des magistrats et du clergé, à cette importante opération comprenait que le desséchement était vraiment commencé. Elle en suivit les péripéties avec une réelle anxiété, avec un vif intérêt; chacun sentait que l'ère du triomphe s'ouvrait irrévocablement.

Ce premier écoulement, qui se continua durant plus d'une année entière, abaissa de quatre mètres vingt-cinq le niveau du lac.

Aussitôt les eaux retirées, on reprit les travaux d'agrandissement de l'émissaire, dont les dimensions et la puissance se trouvaient quadruplées; on s'avançait alors vers le bassin lacustre lui-même sans tenir compte des anciens travaux de l'*incile*, destiné à disparaître.

Quand ce nouveau travail fut arrivé au point convenable, un second

écoulement d'une durée de deux cent douze jours fut encore organisé; celui-là fit baisser le lac de sept mètres soixante-douze. Puis on abandonna le canal provisoire ayant servi à cette nouvelle opération, et le nouvel émissaire fut poursuivi par une galerie allant recueillir les eaux du lac jusqu'au point le plus inférieur du bassin.

Le 20 janvier 1870, on procéda à un dernier écoulement qui fut maintenu pendant plus de quatre années. Ce fut à la fin de juin 1875 seulement que les terres les plus basses furent mises à sec et que le lac Fucin disparut entièrement.



Bénédiction de l'émissaire Saint-Claude par l'évêque des Marses.

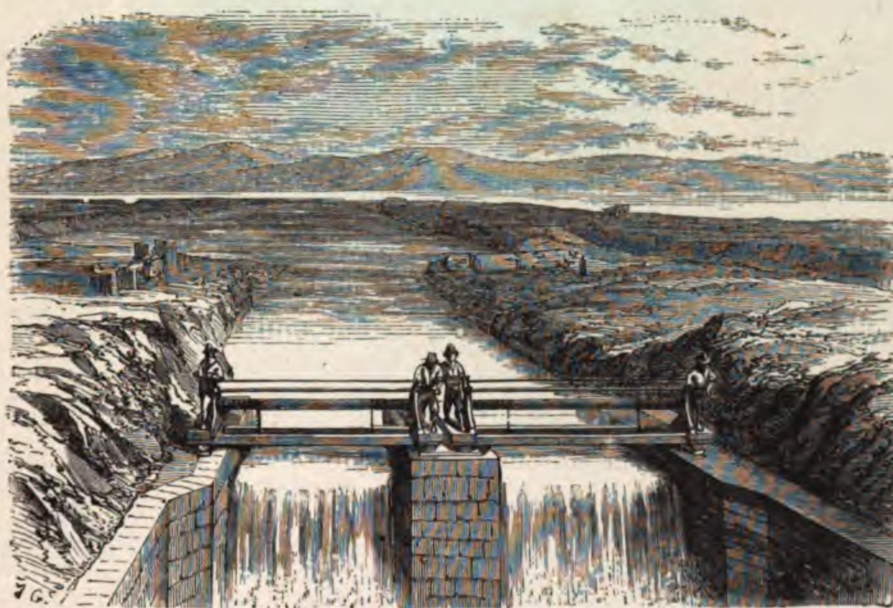
Les travaux, pour cette partie de l'entreprise, avaient duré vingt années entières.

Ce n'était là cependant que la première moitié de l'œuvre. Il ne suffisait pas de s'être débarrassé des eaux du lac, il fallait encore se prémunir contre celles qui ne cesseraient d'accourir de tous les points du bassin hydrologique. Il fallait leur donner une direction nouvelle, les évacuer.

Indépendamment des eaux, il importait de garantir les terres nouvellement conquises contre les avalanches de brèches et de cailloux précipités par les torrents. Les eaux tombant des montagnes, celles des sources intérieures devaient être emmagasinées, aménagées pour les irrigations dont on voulait doter la contrée. Le problème consistait, d'une part, à pouvoir garder un certain temps sans inconvénient ces

masses abondantes d'eau, dans les cas où l'émissaire ne pourrait fonctionner pour cause de réparations ou par suite d'accident; d'autre part, il fallait pouvoir combattre utilement les époques fréquentes de sécheresse dans l'immense plaine cultivée qui était jadis le lac.

A toutes ces questions, à tous ces besoins correspond la seconde partie de l'entreprise, laquelle n'est pas moins intéressante que la première. C'est l'œuvre à peu près exclusive de M. Brisse, œuvre dans laquelle, du premier coup d'œil, on voit éclater une belle, intelligente, logique et simple ordonnance.



Canal provisoire d'écoulement.

Le nouvel émissaire, prolongement de l'ancien, se continue en amont jusqu'au fond du lac : ce qui lui donne une longueur de six mille trois cent un mètres au lieu de cinq mille cinq cent quatre-vingt-quinze que mesurait celui des Romains. A la tête de ce nouveau tunnel, un vaste barrage, tout en pierres de taille, forme la limite d'un bassin de retenue qui mesure en superficie deux mille deux cent soixante-dix hectares. Dominant tout l'ouvrage du haut de son piédestal, une statue colossale de la Madone rappelle par une inscription que le prince Torlonia a voulu mettre et maintenir sous la protection de la sainte Vierge son immense entreprise. De distance en distance, d'ailleurs, sur tout le périmètre occupé jadis par le lac, des socles de pierre, surmontés chacun d'une statue de la Vierge, portent l'inscription suivante : « A la dévotion d'Alexandre Torlonia. Posé sur l'extrême rive du lac Fucin

en l'année 1862. » Ce sont des monuments de foi et des témoins historiques en même temps.

Le bassin de retenue est traversé dans toute sa longueur par un canal collecteur central qui dirige vers l'émissaire toutes les eaux du bassin lacustre. Il est enserré de tous côtés par une digue haute de deux mètres cinquante, dont le développement atteint près de dix-huit kilomètres. C'est l'ancien fond du lac; il peut encore contenir plus de vingt millions de mètres cubes d'eau. En temps normal, ce réservoir est une vaste prairie. Il n'est appelé à fonctionner, avons-nous dit, qu'en temps de crue exceptionnelle ou d'interruption dans le service du canal d'évacuation.

Un système de canaux secondaires dirige les eaux perpétuelles, celles des torrents et des sources, soit vers le collecteur central, soit dans le bassin de retenue. Sur les points où le Fucin recevait de notables apports sont établis des canaux qu'on pourrait appeler canaux de secours, et qui recueillent les premières eaux avant de les transmettre au collecteur et à l'émissaire; en outre, une multitude de fossés et de rigoles, munis de vannes, permettent de détourner les eaux et de les diriger à travers les terres qu'elles sont chargées d'irriguer. Enfin une quatrième canalisation a été établie de façon telle que, si les arrosages ne sont pas nécessaires, les eaux sont amenées par des pentes savamment calculées qui produisent des chutes de quatre mètres de hauteur faciles à utiliser comme force motrice.

C'est en examinant les traces laissées par les catastrophes d'autrefois, c'est en mesurant quelques étapes de cette lutte entre le lac et les hommes qu'on peut le mieux se rendre un compte à peu près exact de la grandeur de l'œuvre. Les marques de ses principales crues aux époques récentes ont été conservées; or, s'il est vrai de dire que dans ses débordements le Fucin couvrait tout son ancien bassin hydrologique, il est constant que dans l'hiver de 1873 particulièrement, sans les travaux en cours, les propriétés riveraines auraient eu à subir de nouveaux désastres.

Les terrains repris sur le lac forment un domaine d'une étendue de quinze mille hectares appartenant au prince Torlonia. Une route circulaire, longue de cinquante-deux kilomètres, en trace les limites d'une manière indiscutable pour le présent et pour l'avenir; tous les chemins desservant la contrée y viennent aboutir. Au lieu de ces vastes étendues d'eau, ce ne sont plus maintenant que cultures variées, luxuriantes

prairies, des vignes plantureuses et des blés magnifiques. On chemine à travers les champs entre des haies vives de robustes rosiers sauvages et de chèvrefeuilles, bordées de clairs ruisseaux, de saules et de peupliers en pleine croissance. Sur la digue qui entoure le bassin de retenue une double rangée d'acacias, tout en fixant les terres, constitue une promenade charmante et décore admirablement le paysage. C'est surtout dans l'enceinte même du bassin que la végétation montre une étonnante puissance. Chacun des piquets de saule planté dans ce sol alluvionnaire y est devenu en quelques années un arbre magnifique; sans la nécessité de maintenir net le plateau, on y pourrait obtenir en bien peu de temps des bois d'un magnifique produit.

Dans les parties septentrionales et orientales de la nouvelle vallée se rencontrent d'abondantes eaux libres, canalisées juste assez pour entretenir ce qu'on appelle les pêcheries. On nomme ainsi de vastes bassins alimentés par les sources et qui sont exploités comme établissement de pisciculture.

Plus loin, sous d'épais ombrages, on découvre le *Laghetto;* c'est le reste d'un échappement de gaz hydrogène carburé qui lançait parfois jusqu'à dix mètres de hauteur l'eau amassée dans cette dépression. Le petit lac a aujourd'hui cinquante mètres de profondeur; le travail souterrain qui l'avait creusé peu à peu semble terminé, puisque le gaz ne se manifeste plus et que l'eau abonde en poissons.

Cette partie est la plus pittoresque de la contrée; elle est aussi la plus peuplée, la plus cultivée, la plus riche en apparence.

Sur tout le reste du domaine ont été construites des maisons à usage de colons, avec vingt-cinq hectares de terre pour chacune d'elles; tout cela est gai d'aspect, propre, et respire le bien-être.

Si l'on veut résumer les avantages, la condition économique de cette grande entreprise, on constate ceci :

En premier lieu, la sécurité a été rendue à un nombre considérable de propriétaires riverains, grands et petits, par suite de cette victoire sur l'ennemi séculaire de la contrée. Le domaine conquis mesure plus de quinze mille hectares; or, dans plus d'un débordement, le lac couvrait environ dix-huit mille hectares : c'est donc une surface de trois mille hectares définitivement acquise à l'agriculture sans aucune dépense pour les communes ou les particuliers. Les populations ont été fixées au sol en voyant à leur disposition une terre féconde au lieu du sol stérile ou limoneux sur lequel ils étaient condamnés à vivre. Le

bien-être le plus réel enfin s'est répandu parmi tous les habitants de la contrée, tant par la participation de la plupart des habitants aux salaires de cette entreprise que par la plus-value de leurs propriétés.

On a recueilli une preuve intéressante de ce dernier avantage économique du desséchement. Le roi de Naples Ferdinand II ayant ordonné en 1856 une refonte des monnaies, l'administration des travaux du lac Fucin fut autorisée à retirer chaque mois du Trésor, en espèces neuves, la somme nécessaire à la solde des ouvriers. Cette solde, disons-le en passant, atteignait, au moment de la plus forte activité, jusqu'à quatre-vingt mille francs par mois. Or, malgré ces versements de monnaie neuve entre les mains des ouvriers, on les vit, pendant deux années, ne jamais payer leurs dépenses autrement qu'avec l'ancienne monnaie. C'était la preuve évidente que l'entreprise répandait dans la contrée assez d'aisance pour que l'épargne des familles fût équivalente ou à peu près à deux années de salaire.

Indépendamment des avantages économiques, il faut faire entrer en ligne de compte l'assainissement de points jadis malsains; la santé publique fut améliorée dès l'achèvement des grands travaux principaux : les fièvres paludéennes qui sévissaient à l'état endémique, surtout sur la rive sud-ouest, ont complètement disparu.

Des quatorze mille cent soixante-quinze hectares composant le nouveau domaine du prince Torlonia, déduction faite des terres abandonnées aux riverains, il en a été pris six cent cinquante pour les fossés, routes et canaux. Les cultures ont été réparties à peu près comme suit sur les treize mille cinq cent vingt-cinq hectares qui sont réellement cultivables : le blé, qui occupe la principale place, s'étend sur dix mille huit cents hectares; le reste du sol est en prairies, en bois, en vignes et en farineux : pommes de terre, fèves, lentilles, haricots et maïs. Tous ces produits vont s'entasser dans les magnifiques magasins que le prince a fait construire à Avezzano, sous-préfecture et ville principale de la contrée, qui s'élève au nord-ouest du lac. De là toutes les denrées s'acheminent par Ceprano jusque sur Rome, pour laquelle ces approvisionnements sont un appoint des plus précieux.

Nul doute que, malgré les sommes énormes qu'il y a dépensées, le desséchement du lac ne soit pour le prince Torlonia une opération largement rémunératrice. Ayant agi avec l'ampleur d'idées que nous avons fait connaître, il a dépensé un total de quarante-trois millions cent trente-sept mille deux cent neuf francs, dont vingt-quatre millions

deux cent soixante-trois mille neuf cent quatre-vingt-quatorze francs pour les seules opérations du desséchement proprement dit, ce qui remet chaque hectare conquis à trois mille francs.

Mais il est facile aussi de démontrer que cette même opération n'a pas été moins avantageuse pour le pays. Avant que les trois mille hectares repris sur la limite ancienne du lac eussent été définitivement mis à l'abri des inondations, les terrains de cette zone trouvaient difficilement acquéreur à quatre cent vingt-cinq francs l'hectare. Dès que le desséchement de cette première zone eut été accompli, leur prix monta aussitôt à mille sept cents francs; et maintenant que l'œuvre est achevée, ils ont acquis la valeur des terres qui les entourent, c'est-à-dire qu'il faut les payer de deux mille cinq cents à trois mille francs. C'est donc, de ce fait, un accroissement de la fortune publique équivalant à six ou huit millions pour cette seule contrée.

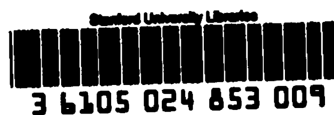
Ces beaux travaux ont été complétés par une organisation administrative des plus sages et des mieux conçues, afin d'assurer le fonctionnement et l'entretien de tous les canaux et des rigoles, qui sont devenus les artères par où circule la vie de toute cette contrée nouvellement créée.

L'avenir de cette population est assuré, grâce au noble emploi que le prince Torlonia a su faire de son immense fortune. C'est pour son nom un titre de gloire d'autant mieux établi que son œuvre est une œuvre à moitié française, conduite qu'elle a été par nos éminents compatriotes avec une méthode, une science et une persévérance dont on ne peut assez faire l'éloge.

FIN

TABLE

20344. — Tours, impr. Mame.


3 6105 024 853 009

